

Διεξαγωγή εθνικής δημόσιας διαβούλευσης
του τεχνοοικονομικού μοντέλου (Bottom up
LRIC+) υπολογισμού των τιμών των
μισθωμένων γραμμών χονδρικής σύμφωνα
με την ΑΠ ΕΕΤΤ 934/03/27.04.2020 (Β' 1833)

Μαρούσι, Ιούλιος 2023

Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων, ΕΕΤΤ

I. Πρόλογος

Με την παρούσα τίθεται σε δημόσια διαβούλευση η πρόταση της ΕΕΤΤ αναφορικά με το τεχνοοικονομικό bottom up μοντέλο LRIC+ για τον υπολογισμό των τιμών των προϊόντων των αγορών μισθωμένων γραμμών χονδρικής, σύμφωνα με την ΑΠ ΕΕΤΤ 934/03/27.04.2020 (Β' 1833). Σημειώνεται, ότι, η ΕΕΤΤ για την υποστήριξή της, στο συγκεκριμένο έργο έχει ως ανάδοχο το Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Οι ενδιαφερόμενοι καλούνται να υποβάλουν τα σχόλια τους απαντώντας στις σχετικές ερωτήσεις του κειμένου και κάνοντας σαφή αναφορά στις σχετικές παραγράφους αυτού.

Ως ημερομηνία έναρξης της δημόσιας διαβούλευσης ορίζεται η 18 Ιουλίου 2023 και λήξης η 29η Σεπτεμβρίου 2023 και ώρα 15:00.

Οι απαντήσεις πρέπει να υποβληθούν επωνύμως, στην ελληνική γλώσσα, σε ηλεκτρονική μορφή μέχρι και την ημερομηνία λήξης της δημόσιας διαβούλευσης. Τυχόν ανώνυμες απαντήσεις δεν θα ληφθούν υπόψη. Οι απαντήσεις θα δημοσιευτούν αυτούσιες και επωνύμως στην ιστοσελίδα της ΕΕΤΤ. Σε περίπτωση που οι απαντήσεις περιέχουν εμπιστευτικά στοιχεία αυτά θα πρέπει να τοποθετηθούν σε ειδικό παράρτημα, προκειμένου να μην δημοσιευθούν.

Σε κάθε περίπτωση, η υποχρέωση της ΕΕΤΤ προς τήρηση εμπιστευτικότητας δεν επηρεάζει την αρμοδιότητά της να προβαίνει σε δημοσιοποίηση πληροφοριών που είναι αναγκαίες για την εκπλήρωση των καθηκόντων της ή εφόσον τούτο επιτάσσεται στο πλαίσιο ελέγχου που διενεργείται από ελληνικές ή κοινοτικές αρχές. Οι συμμετέχοντες στις δημόσιες διαβουλεύσεις της ΕΕΤΤ είναι ενήμεροι και συναινούν ότι τυχόν προσωπικά στοιχεία που αναφέρονται πάνω στην απάντησή τους ενδέχεται να δημοσιευθούν μαζί με αυτήν. Σχετικά με τη Δήλωση περί απορρήτου και προστασίας δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα της ΕΕΤΤ δείτε εδώ:

<https://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/privacy.html>

Οι απαντήσεις πρέπει να υποβάλλονται στη διεύθυνση Ηλ. Ταχυδρομείου:

LL-BU-model@eett.gr και να φέρουν την ένδειξη:

«Δημόσια Διαβούλευση της ΕΕΤΤ για το τεχνοοικονομικό μοντέλο (Bottom up LRIC+) υπολογισμού των τιμών των μισθωμένων γραμμών χονδρικής»

Κατά τη διάρκεια της δημόσιας διαβούλευσης είναι δυνατόν να παρέχονται από την ΕΕΤΤ διευκρινιστικές απαντήσεις σε ερωτήσεις των ενδιαφερομένων, οι οποίες πρέπει να υποβάλλονται επώνυμα και με σαφήνεια μόνο μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στη διεύθυνση: LL-BU-model@eett.gr.

Το παρόν κείμενο δεν δεσμεύει την ΕΕΤΤ ως προς το περιεχόμενο της ρύθμισης που θα επακολουθήσει.

Περιεχόμενα

| | |
|--|----|
| I. ΠΡΟΛΟΓΟΣ | 2 |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ | 4 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ..... | 5 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ | 6 |
| 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 7 |
| 2 ΑΡΧΕΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ..... | 8 |
| 2.1 Χαρακτηριστικά Αποδοτικού Δικτύου | 8 |
| 2.2 Εφαρμογή της Μεθοδολογίας LRIC+ | 9 |
| 2.3 Αρχικό έτος και διάρκεια μοντελοποίησης..... | 10 |
| 2.4 Μέθοδοι Αποσβέσεων και Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων | 10 |
| 2.5 Μεσοσταθμικό κόστος κεφαλαίου – WACC (Weighted Average Cost of Capital)..... | 11 |
| 2.6 Υπηρεσίες..... | 14 |
| 3 ΔΟΜΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ..... | 19 |
| 3.1 Γενική αρχιτεκτονική μοντέλου..... | 19 |
| 3.2 Παράμετροι μοντέλου | 19 |
| 3.3 Routing Factors και Υπολογισμός τιμών | 20 |
| 4 ΖΗΤΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ | 23 |
| 4.1 Δεδομένα | 23 |
| 4.2 Ανάλυση Μεθοδολογίας..... | 23 |
| 5 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΠΟΙΗΣΗ | 27 |
| 5.1 Διαστασιοποίηση οδεύσεων και καλωδίωσης | 27 |
| 5.2 Διαστασιοποίηση εξοπλισμού δικτύου | 29 |
| 6 ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ | 31 |
| 6.1 CAPEX κόστη..... | 31 |
| 6.2 OPEX κόστη | 34 |
| 6.3 Κοινά Κόστη | 34 |
| 6.4 Αποσβέσεις και διάρκεια ζωής παγίων | 35 |
| 6.5 Κοστολόγηση εφάπαξ τελών υπηρεσιών | 36 |

Πίνακας Σχημάτων

| | |
|---|----|
| Σχήμα 1: Σχηματική αναπαράσταση της ιεραρχίας και τοπολογίας των κόμβων του δικτύου. | 8 |
| Σχήμα 2: Σχηματική αναπαράσταση των διαφορετικών ειδών υπηρεσιών πρόσβασης του δικτύου. | 17 |
| Σχήμα 3: Αντιστοίχιση μεταξύ Ζευκτικών και Τερματικών τμημάτων με τα τμήματα των υπό μοντελοποίηση υπηρεσιών Ethernet. | 18 |
| Σχήμα 4: Γενική Αρχιτεκτονική Μοντέλου..... | 19 |
| Σχήμα 5: Αποτελέσματα εκτίμησης ζήτησης για τις τα τμήματα πρόσβασης..... | 25 |
| Σχήμα 6: Σχηματική αναπαράσταση των αποτελεσμάτων της GIS διαστασιοποίησης..... | 28 |

Πίνακας Πινάκων

| | |
|--|----|
| Πίνακας 1: Πίνακας Επιτοκίων..... | 13 |
| Πίνακας 2: Πίνακας Παραμέτρων WACC | 14 |
| Πίνακας 3: Στοιχεία μοντέλου διάχυσης | 25 |
| Πίνακας 4: CAPEX cost trends δικτυακών στοιχείων..... | 31 |
| Πίνακας 5: CAPEX κόστη δικτυακών στοιχείων | 32 |
| Πίνακας 6: OPEX ποσοστό επί του CAPEX ανά κατηγορία δικτυακού στοιχείου | 34 |
| Πίνακας 7: Διάρκεια ζωής ανά κατηγορία δικτυακού στοιχείου..... | 36 |

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρόν έγγραφο περιγράφονται οι βασικές αρχές, η μεθοδολογία και οι παράμετροι που διέπουν την ανάπτυξη του μοντέλου μακροπρόθεσμου επαυξητικού κόστους με βάση το υπόδειγμα Bottom-Up (BU LRIC+) που αναπτύχθηκε για την αναθέτουσα αρχή ΕΕΤΤ με σκοπό τον υπολογισμό των τιμών των προϊόντων των αγορών:

- Τερματικών τμημάτων Μισθωμένων Γραμμών Χονδρικής (αγορά 4 Σύστασης Ευρωπαϊκής Επιτροπής του 2014),
- Ζευκτικών τμημάτων Μισθωμένων Γραμμών Χονδρικής (αγορά 14 Σύστασης Ευρωπαϊκής Επιτροπής του 2003)

Σύμφωνα με την ΑΠ ΕΕΤΤ 934/03/27.04.2020 (ΦΕΚ 1833/Β/13.05.2020).

Το μοντέλο αναπτύχθηκε σύμφωνα με το **Ενημερωμένο Κείμενο Αρχών, Μεθοδολογίας και Δομής του Μοντέλου**. Επιπλέον παρουσιάζονται αναλυτικά η δομή και η λειτουργία του τεχνοοικονομικού μοντέλου, καθώς και τα επιμέρους μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της ζήτησης, τη διαστασιοποίηση του δικτύου, τον υπολογισμό του κόστους κτήσης και απόσβεσης των παγίων στοιχείων του και τον υπολογισμό του κόστους παροχής των υπηρεσιών.

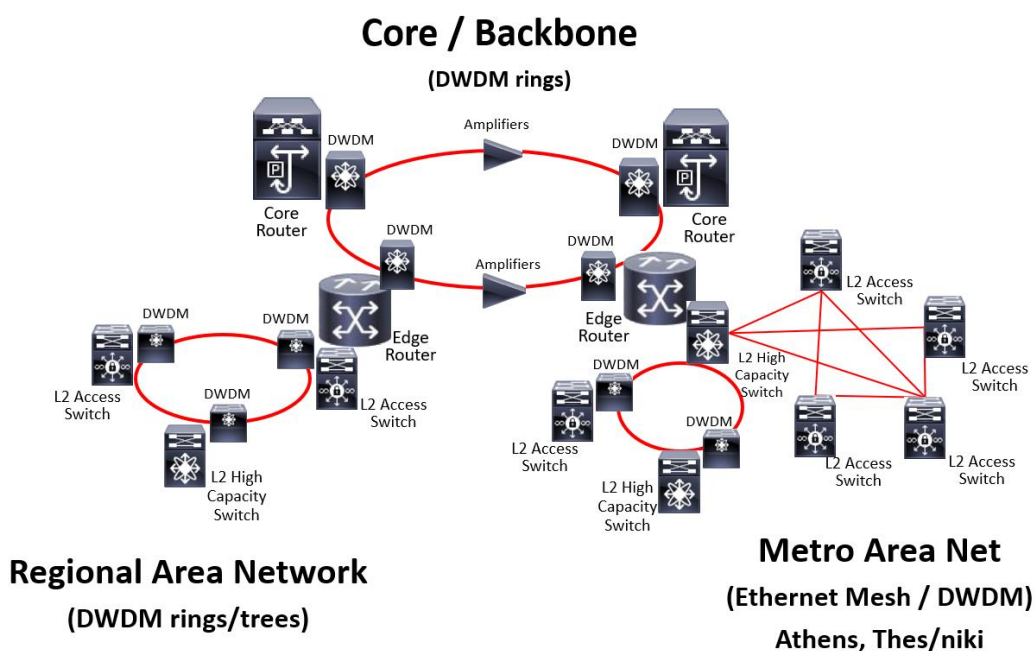
2

ΑΡΧΕΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

2.1 Χαρακτηριστικά Αποδοτικού Δικτύου

Το τεχνοοικονομικό μοντέλο βασίζεται στην ανάπτυξη ενός σύγχρονου αποδοτικού δικτύου ΜΓΧ, κάνοντας χρήση σύγχρονων τεχνολογιών για δίκτυα ευρείας ζώνης. Η ανάπτυξη ενός τέτοιου μοντέλου συμφωνεί με τη Σύσταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής σχετικά με τις συνεκτικές υποχρεώσεις αμεροληψίας και μεθόδους υπολογισμού του κόστους για την προαγωγή του ανταγωνισμού και τη βελτίωση του επενδυτικού περιβάλλοντος στην ευρυζωνικότητα (2013/466/ΕΕ).

Στην αγορά ΜΓΧ ο Οργανισμός Τηλεπικοινωνιών Ελλάδος (ΟΤΕ) αποτελεί τον πάροχο με Σημαντική Ισχύ στη σχετική Αγορά (ΣΙΑ), με αποτέλεσμα να του έχουν επιβληθεί συγκεκριμένες ρυθμιστικές υποχρεώσεις. Επομένως, ο προς μοντελοποίηση πάροχος είναι ο ΟΤΕ, ενώ το τμήμα δικτύου, που μοντελοποιήθηκε είναι αυτό που συμβάλλει στην παροχή προϊόντων/υπηρεσιών ΜΓΧ. Ο ορισμός του δικτύου γίνεται βάσει της προσέγγισης Modified Scorched Node, σύμφωνα με την οποία μοντελοποιείται ένα αποδοτικό δίκτυο, που βασίζεται στις υπάρχουσες υποδομές, παρέχοντας όμως την απαραίτητη ευελιξία για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης του δικτύου πρόσβασης. Το μοντελοποιημένο δίκτυο ακολουθεί την ιεραρχία και την τοπολογία των κόμβων του δικτύου του ΟΤΕ, η οποία απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 1: Σχηματική αναπαράσταση της ιεραρχίας και τοπολογίας των κόμβων του δικτύου.

Η ιεραρχία μεταγωγής, το πλήθος, οι θέσεις και η λειτουργικότητα των κόμβων του δικτύου θεωρούνται δεδομένα, ενώ η αποδοτικότητα του δικτύου βασίζεται στην επιλογή του πλέον κατάλληλου τεχνολογικού εξοπλισμού και στη βελτιστοποίηση των οδεύσεων μεταξύ των δικτυακών κόμβων.

Η γεωγραφική κάλυψη του δικτύου περιλαμβάνει το σύνολο των Αστικών Κέντρων του ΟΤΕ, με εξαίρεση όμως τα τμήματα πρόσβασης σε περιοχές στις οποίες η κρατική ενίσχυση είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την κάλυψη τους. Αυτό εκφράζεται με τα επαυξητικά κόστη του τμήματος πρόσβασης τα οποία αντλούνται από το μοντέλο NGA BU LRIC+ στο οποίο και περιγράφονται οι σχετικές παραδοχές σχετικά με την κοστολόγηση της πρόσβασης χαλκού και οπτικής ίνας των επιδοτούμενων περιοχών. Όσον αφορά το δίκτυο κορμού, η μοντελοποίηση λαμβάνει υπόψη της το σύνολο της κίνησης και της ζήτησης που αφορά το δίκτυο, ανεξάρτητα από τη διαφοροποίησή τους μεταξύ επιδοτούμενων ή μη περιοχών.

Ως προς τις τεχνολογικές παραδοχές, η μοντελοποίηση περιλαμβάνει μόνο τα μισθωμένα κυκλώματα τύπου Ethernet έως 10Gbps, σύμφωνα με τις υπάρχουσες χωρητικότητες των υπηρεσιών που προσφέρει ο ΟΤΕ. Η μοντελοποίηση του δικτύου κορμού γίνεται μέσω ενός all-IP/Ethernet core δικτύου πάνω από οπτικές ίνες μέσω τεχνολογίας DWDM για το δίκτυο core/backbone και τα περιφερειακά δίκτυα (RANs), και με συνδυασμό τεχνολογιών DWDM και Ethernet για τα μητροπολιτικά δίκτυα Αθήνας και Θεσσαλονίκης. Τέλος, το δίκτυο πρόσβασης μοντελοποιείται ως σύνδεση σημείου προς σημείο (point-to-point) με ασύρματες ξεύξεις και οπτική ίνα, και μέσω της υφιστάμενης χάλκινης καλωδίωσης για τις υπηρεσίες SHDSL και συμμετρικό DSL.

2.2 Εφαρμογή της Μεθοδολογίας LRIC+

Το τεχνοοικονομικό μοντέλο που αναπτύχθηκε βασίζεται στη μέθοδο BU LRIC+ η οποία υπολογίζει το τρέχον κόστος σε προοπτική βάση, με το οποίο θα επιβαρυνόταν ένας αποδοτικός φορέας εκμετάλλευσης δικτύου εάν κατασκεύαζε σήμερα ένα σύγχρονο δίκτυο με δυνατότητα παροχής υπηρεσιών ΜΓ, ενώ προσθέτει μια επαύξηση, αποκλειστικά για ανάκτηση των κοινών/μεριζόμενων δαπανών.

Το συνολικό κόστος παροχής ΜΓ (προϊόν/υπηρεσία i) υπολογίζεται ως εξής:

$$TC(i) = ISFC(i) + ISVC(i) + x(i) \cdot JC(i, j) + y(i) \cdot CC$$

Όπου $TC(i)$ είναι το συνολικό κόστος του προϊόντος i , ενώ $x(i)$ και $y(i)$ είναι τα ποσοστά (κλείδες) επιμερισμού του μεριζόμενου και κοινού κόστους, αντίστοιχα. Συνήθως οι κλείδες προκύπτουν από οδηγούς κόστους, όπως για παράδειγμα ο αριθμός και η χωρητικότητα των γραμμών. Τα κοινά κόστη, που σχετίζονται με γενικότερη επιχειρηματική λειτουργία (business overheads) κατανέμονται με τη μέθοδο της ισοαναλογικής προσαύξησης (equi-proportionate mark-up).

2.3 Αρχικό έτος και διάρκεια μοντελοποίησης

Το έτος 2023 ορίζεται ως το αρχικό έτος υλοποίησης του μοντέλου και έναρξης της ρυθμιστικής περιόδου. Ωστόσο, στο μοντέλο έχουν συμπεριληφθεί παράμετροι, οι οποίοι προκύπτουν από τα πραγματικά στοιχεία του έτους 2021, ώστε να εκτελούνται σωστά και με σαφήνεια οι υπολογισμοί για τις εκτιμήσεις και προβλέψεις των επόμενων ετών, ήτοι 2022 και 2023.

Επίσης, λαμβάνοντας υπόψη τις υπόλοιπες αρχές του μοντέλου για τον υπολογισμό του κόστους των υπηρεσιών, η διάρκεια μοντελοποίησης οριοθετείται στα 10 έτη.

2.4 Μέθοδοι Αποσβέσεων και Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων

Δύο πολύ σημαντικές παράμετροι που σχετίζονται με τις κεφαλαιουχικές επενδύσεις (CAPEX) για την υπό εξέταση μοντελοποίηση είναι: (α) η μεθοδολογία αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων, και (β) η μέθοδος αποσβέσεων που θα υιοθετηθεί.

Η αποτίμηση των περιουσιακών στοιχείων στο μοντέλο γίνεται βάσει της μεθόδου του τρέχοντος κόστους (Current Cost Accounting). Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, τα πάγια περιουσιακά στοιχεία αποτιμώνται στην τρέχουσα τιμή αγοράς ή στην τιμή αντικατάστασης (μέθοδος Absolute Valuation και Modern Equivalent Asset). Η τρέχουσα τιμή είναι καλύτερος δείκτης της αποδοτικότητας των περιουσιακών στοιχείων. Ωστόσο σε περιπτώσεις όπου η τρέχουσα τιμή αγοράς ή αντικατάστασης δεν είναι διαθέσιμη, τότε χρησιμοποιούνται εκτιμήσεις ή δείκτες συγκριτικής τιμολόγησης.

Ο υπολογισμός της απόσβεσης των παγίων περιουσιακών στοιχείων γίνεται βάσει της tilted annuity μεθόδου. Η εν λόγω μέθοδος βασίζεται στην flat annuity, αλλά λαμβάνει υπόψη τις μελλοντικές τάσεις σχετικά με την τιμή των παγίων περιουσιακών στοιχείων (cost trends of assets). Αν συμβολίζουμε με P την ετήσια μεταβολή του κόστους κτήσης των παγίων, ο τρόπος υπολογισμού της tilted annuity δίνεται από την παρακάτω μαθηματική σχέση:

$$\text{Tilted Annuity} = \text{Initial Investment} * (1 + P)^{\text{Current Year} - 1} * \frac{WACC - P}{1 - \left(\frac{1 + P}{1 + WACC}\right)^{\text{lifetime}}}$$

Από τα παραπάνω καθίσταται σαφές ότι όταν η τιμή των παγίων δεν παραμένει σταθερή διαχρονικά, το ετήσιο ποσό απόσβεσης ενός παγίου θα μεταβάλλεται. Η εν λόγω προσέγγιση οδηγεί στην πλήρη ανάκτηση της αρχικής επένδυσης και του κόστους κεφαλαίου, ενώ η αντικατάσταση των παγίων δεν οδηγεί σε σημαντικές

μεταβολές στο ετήσιο ποσό απόσβεσης καθώς λαμβάνει υπόψη τη μεταβολή στο κόστος κτήσης τους.

2.5 Μεσοσταθμικό κόστος κεφαλαίου – WACC (Weighted Average Cost of Capital)

Μία πολύ σημαντική παράμετρος στο υπό εξέταση μοντέλο είναι το μεσοσταθμικό κόστος κεφαλαίου (Weighted Average Cost of Capital - WACC). Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, έχουν παρατηρηθεί στο παρελθόν διαφορετικές προσεγγίσεις που έχουν υιοθετηθεί από τα Κράτη-Μέλη της ΕΕ για τον προσδιορισμό του κόστους κεφαλαίου, καθώς μέχρι πρόσφατα δεν υπήρχε μία σαφής Κοινοτική οδηγία.

Η φιλοσοφία της προσέγγισης που ακολουθήθηκε, βασίζεται στην μέθοδο του Μοντέλου Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων (Capital Asset Pricing Model, CAPM), η οποία έχει υιοθετηθεί από την Επιτροπή και σε προηγούμενα έργα. Ωστόσο, για τον υπολογισμό της κάθε μίας παραμέτρου που συνθέτουν το WACC στο παρόν έργο, η ΕΕΤΤ υιοθέτησε τις εκτιμήσεις της έκθεσης του BEREC, κάνοντας τις απαραίτητες τροποποιήσεις όσον αφορά το επιτόκιο Μηδενικού Κινδύνου (Risk-free Rate) ώστε να λαμβάνει υπόψη τις πρόσφατες γεωπολιτικές εξελίξεις, που έχουν επιδράσει δραστικά σε μακροοικονομικά μεγέθη καθ' όλη τη διάρκεια του 2022, και εκφεύγει του χρονικού διαστήματος υπολογισμού που χρησιμοποιεί η σχετική έκθεση BEREC 2022, όπως το ύψος των επιτοκίων καθώς και τη συμπερίληψη επαρκούς, αντιπροσωπευτικής περιόδου διακύμανσης της απόδοσης του Ελληνικού 10ετούς ομολόγου.

Σύμφωνα με την εν λόγω έκθεση, το WACC υπολογίζεται βάσει του κάτωθι ευρέως χρησιμοποιούμενου τύπου:

$$WACC = R_e * \frac{E}{D + E} + R_d * \frac{D}{D + E}$$

όπου

$$R_e = R_f + \beta \cdot ERP$$

και

$$R_d = R_f + Debt Premium$$

Στην συνέχεια, η ΕΕΤΤ υπολόγισε το ονομαστικό WACC προ φόρων (nominal pre-tax) σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$WACC_{nominal\ pre-tax} = \frac{WACC_{nominal\ post-tax}}{1 - t}$$

Τέλος, ειδικά για την περίπτωση επικαιροποίησης του τεχνοοικονομικού υποδείγματος, η ΕΕΤΤ υπολόγισε το πραγματικό WACC προ φόρων (real pre-tax) σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$WACC_{real\ pre-tax} = \frac{1 + WACC_{nominal\ pre-tax}}{1 + inflation} - 1$$

Όπου:

R_f: Οι πρόσφατες γεωπολιτικές εξελίξεις στην Ευρωπαϊκή ήπειρο και η συνεπαγόμενη αβεβαιότητα στην αγορά ενέργειας συντέλεσαν στην επιδείνωση του ευρύτερου οικονομικού κλίματος. Οι διαδοχικές αυξήσεις του κόστους προμήθειας και διανομής ενέργειας και καυσίμων υλών οδήγησαν σε ισχυρές πληθωριστικές πιέσεις και αυξήσεις στα επιτόκια αναφοράς της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας, και κατά προέκταση των κεντρικών τραπεζών των χωρών μελών της ΕΕ, καθ' όλη τη διάρκεια του 2022. Οι εν λόγω εξελίξεις εκφεύγουν του χρονικού διαστήματος υπολογισμού που χρησιμοποιεί η σχετική έκθεση BEREC¹. «WACC parameter calculations according to the European Commission's of 6th November 2019 (WACC parameters 2022)», η οποία και υπολογίζει τον αριθμητικό μέσο όρο των μηνιαίων επιτοκίων απόδοσης του 10ετούς Ελληνικού ομολόγου διαστήματος από Απρίλιο 2017 έως και Μάρτιο 2022.

Για το σκοπό αυτό, η ΕΕΤΤ, σε σχέση με τη μεθοδολογία της έκθεσης του BEREC «WACC parameter calculations according to the European Commission's of 6th November 2019 (WACC parameters 2022)», προτείνει να χρησιμοποιηθεί το επιτόκιο μηδενικού κινδύνου του 10ετούς ομολόγου του Ελληνικού Δημοσίου όπως υπολογίζεται ως σταθμισμένος μέσος όρος των αποδόσεων τριών διακριτών υποπεριόδων με σκοπό να λάβει υπόψη τις πρόσφατες μακροοικονομικές εξελίξεις αλλά και να συμπεριλάβει διάστημα 5ετούς διάρκειας πλήρους λειτουργίας της αγοράς των Ελληνικών ομολόγων εκτός διαστήματος της κρίσης χρέους, κατά τον παρακάτω πίνακα:

¹ https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/10274-berec-report-on-wacc-parameter-calculations-according-to-the-european-commissions-wacc-notice-wacc-parameters-report-2022

Πίνακας 1: Πίνακας Επιτοκίων

| Περίοδος | Ποσοστό στάθμισης | Μηνιαίος Μ.Ο. Επιτοκίου 10ετούς Ομολόγου |
|--|----------------------|---|
| 1. 4/2022 – 4/2023, Πρόσφατη περίοδος | 50% | 4,02% |
| 2. 4/2017 – 3/2022, BEREC περίοδος | 40% | 2,73% |
| 3. 4/2008 – 3/2017 | 10% | 10,34% |
| ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟ ΕΠΙΤΟΚΙΟ ΜΗΔΕΝΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ | | 4,13% |

ERP: Χρησιμοποιήθηκε το ασφάλιστρο κινδύνου της αγοράς (Equity Risk Premium – ERP) βάσει του αριθμητικού μέσου όρου, σύμφωνα με την έκθεση του BEREC¹. Ο BEREC θεωρεί ότι το αποτέλεσμα είναι αξιόπιστο με βάση τα δεδομένα που είναι διαθέσιμα τη δεδομένη χρονική στιγμή, με το ERP σε επίπεδο ΕΕ να εκτιμάται στα επίπεδα του 5,70%. Ο αριθμητικός μέσος όρος προτείνεται για χρήση από τις Εθνικές Ρυθμιστικές Αρχές (σελίδα 55-58).

β: Ο συντελεστής β αφορά τη διακύμανση της απόδοσης της μετοχής ενός παρόχου σε σχέση με τη διακύμανση της απόδοσης της χρηματιστηριακής αγοράς συνολικά. Η ΕΕΤΤ βασίζεται στον Ευρωπαϊκό μέσο όρο του Equity beta του BEREC¹. Σύμφωνα με την εν λόγω μελέτη ο μέσος όρος του Equity beta για τη σταθερή και κινητή τηλεφωνίας είναι 0,67. Η ΕΕΤΤ θεωρεί εύλογη τη χρήση του εν λόγω Equity beta του BEREC δεδομένου ότι οι παράμετροι μόχλευσης και φορολογίας ($D/(D+E)$ και tax rate) που απαιτούνται για τον υπολογισμό του equity beta της ΕΕΤΤ και των αντίστοιχων παραμέτρων του BEREC είναι της ίδιας τάξης μεγέθους.

R_d: Το κόστος δανειακών κεφαλαίων υπολογίστηκε λαμβάνοντας υπόψη την έκθεση του BEREC¹ και ειδικότερα το άθροισμα του επιτοκίου μηδενικού κινδύνου (R_f) και του ασφάλιστρου χρέους (Debt Premium). Βάσει της έκθεσης του BEREC το ασφάλιστρο χρέους ανέρχεται σε 131 μονάδες βάσης ή 1,31%.

D/(D+E): Η μόχλευση (Gearing) αφορά το μερίδιο των δανειακών κεφαλαίων στην αξία της εταιρείας. Η ΕΕΤΤ βασίζεται στον Ευρωπαϊκό μέσο όρο του Gearing του BEREC¹. Σύμφωνα με την εν λόγω μελέτη ο μέσος όρος του Gearing για τη σταθερή και κινητή τηλεφωνίας είναι 42,42%.

t: Χρησιμοποιήθηκε ο ονομαστικός συντελεστής φόρου ο οποίος ανέρχεται σε 22%.

Βάσει των ανωτέρω, οι σχετικές παράμετροι και το αποτέλεσμα του υπολογισμού του WACC παρουσιάζονται στο παρακάτω Πίνακα:

Πίνακας 2: Πίνακας Παραμέτρων WACC

| Στοιχεία WACC | Τιμές |
|--|--------|
| R_f | 4,13% |
| ERP | 5,70% |
| B | 0,67 |
| Debt Premium | 1,31% |
| R_e | 7,95% |
| R_d | 5,45% |
| Gearing ($D/(D+E)$) | 42,42% |
| T | 22% |
| WACC (nominal, post-tax) | 6,38% |
| WACC (nominal, pre-tax) για χρήση στο τεχνοοικονομικό BU LRIC+ μοντέλο ΜΓΧ | 8,18% |

2.6 Υπηρεσίες

Οι υπηρεσίες (καθώς και τα αντίστοιχα τέλη) που παρέχονται μέσω του αποδοτικού δικτύου ΜΓ είναι υπηρεσίες ΜΓΧ τύπου Ethernet με διακριτές τιμές συμπεριλαμβανομένων των βοηθητικών συμπληρωματικών υπηρεσιών και των συναφών ευκολιών.

Τέλος, από το συγκεκριμένο μοντέλο ΜΓ υπολογίζονται οι (εφάπαξ) τιμές συμπληρωματικών υπηρεσιών, όπως αναβάθμιση προστασία, μεταφορά πρόσβαση, μετατροπή τεχνολογίας πρόσβασης, αλλαγή χωρητικότητας/ταχύτητας, εκχώρηση ή αλλαγή επωνυμίας, άσκοπη μετάβαση ή απασχόληση συνεργείου και ακύρωση αίτησης για τις υπηρεσίες ΜΓΧ.

Με βάση τα ανωτέρω, ο πάροχος ΜΓΧ έχει την υποχρέωση να παρέχει τις παρακάτω υπηρεσίες σε τιμές που προκύπτουν βάσει του κοστολογικού BU LRIC+ μοντέλου:

A. Μηνιαία τέλη Ethernet (LRIC+)

Υπηρεσίες Ethernet

- Μηνιαίο τέλος πρόσβασης Ethernet (1/10 Gbps)
- Μηνιαίο Τέλος πρόσβασης Ethernet SHDSL (2/4 Mbps)
- Μηνιαίο Τέλος πρόσβασης Ethernet Συμμετρικού DSL 1-15 Mbps (1-2/4/6-15 Mbps)
- Μηνιαίο τέλος οπτικής πρόσβασης Ethernet (100/1000/10000 Mbps)
- Μηνιαίο Τέλος Προστασίας Οπτικής Πρόσβασης Διπλής Όδευσης (100/1000/10000 Mbps)
- Μηνιαίο Τέλος Προστασίας Οπτικής Πρόσβασης Διπλής Εισαγωγής (100/1000/10000 Mbps)
- Μηνιαίο Τέλος Ασύρματης Πρόσβασης (1-100/101-1000 Mbps)
- Μηνιαία Τέλη Κυκλωμάτων EVC
(1/2/4/6/8/10/15/20/25/30/35/40/45/50/60/70/80/90/100/150/200/250/300/350/400/450/500/600/800/1000/1500/2000/2500/3000/4000/5000/7000/10000 Mbps)
 - Αστικά Κυκλώματα
 - Υπεραστικά Κυκλώματα σε ζώνες βάσει απόστασης

B. Συνδεδεμένα Αναλογικά Κυκλώματα:

- Μηνιαία Τέλη Συνδεδεμένων Αναλογικών Κυκλωμάτων από Άκρο σε Άκρο (PtP)
 - M1020-25 2w
 - M1020-25 4w
 - M1040 2w
 - M1040 4w

Γ. Εφάπαξ τέλη και υπηρεσίες διευκόλυνσης/βοηθητικές, Ethernet και Αναλογικές

Υπηρεσίες Ethernet

- Τέλος Ενεργοποίησης οπτικής πρόσβασης Ethernet
- Τέλος ενεργοποίησης/Μεταφοράς Πρόσβασης Ethernet Τεχνολογίας SHDSL
- Τέλος Ενεργοποίησης Πρόσβασης Ethernet Τεχνολογίας Συμμετρικού DSL
- Τέλος Ενεργοποίησης Ασύρματης Πρόσβασης Ethernet
- Τέλος Ενεργοποίησης Κυκλώματος Ethernet - EVC
- Τέλος Μεταβολής Ταχύτητας Κυκλώματος Ethernet – EVC
- Τέλος Ενεργοποίησης Προστασία Διπλής Όδευσης
- Τέλος Ενεργοποίησης Προστασίας Διπλής Εισαγωγής
- Τέλος άσκοπης μετάβασης Συνεργείου για την άρση βλάβης Ethernet

- Τέλος άσκοπης μετάβασης Συνεργείου για την παράδοση υπηρεσιών Ethernet
- Τέλος άσκοπης απασχόλησης Συνεργείου για την άρση βλάβης Ethernet
- Τέλος μεταφοράς πρόσβασης/προστασίας με χρήση ίδιου φορέα
- Τέλος μεταφοράς πρόσβασης/προστασίας σε νέο φορέα
- Τέλος αλλαγής χωρητικότητας πρόσβασης/προστασίας με χρήση ίδιας τεχνολογίας
- Τέλος μετατροπής τεχνολογίας πρόσβασης
- Τέλος Απόρριψης Εκπόνησης Τεχνικής Προμελέτης Οπτικής Πρόσβασης Ethernet (οπτική ίνα έως 10Gbps)
- Τέλος Απόρριψης Εκπόνησης Τεχνικής Προμελέτης Ασύρματης Πρόσβασης Ethernet (έως 1Gbps, Μετακινήσεις ξηράς μέχρι 200km - Ζώνη 1)
- Τέλος Απόρριψης Εκπόνησης Τεχνικής Προμελέτης Ασύρματης Πρόσβασης Ethernet (έως 1Gbps, Μετακινήσεις ξηράς πέραν των 200km, Ζώνη 2)
- Τέλος Απόρριψης Εκπόνησης Τεχνικής Προμελέτης Ασύρματης Πρόσβασης Ethernet (έως 1Gbps, Μετακινήσεις σε Νησιά, Ζώνη 3)
- Τέλος άσκοπης μετάβασης κατά την τεχνοοικονομική προσφορά ασύρματης πρόσβασης
- Τέλος Ακύρωσης Αίτησης Σύνδεσης/Μεταβολής
- Τέλος Ενεργοποίησης Πρόσβασης Ethernet από Φ/Σ-ΦΥΠ-ΑΣ

Συνδεδεμένα Αναλογικά Κυκλώματα από άκρο σε άκρο (Point to point)

- Κόστος σύνδεσης/μεταφοράς αναλογικού κυκλώματος M1020-25 2w ανά άκρο
- Κόστος σύνδεσης/μεταφοράς αναλογικού κυκλώματος M1040 2w ανά άκρο
- Κόστος σύνδεσης/μεταφοράς αναλογικού κυκλώματος M1020-25 4w ανά άκρο
- Κόστος σύνδεσης/μεταφοράς αναλογικού κυκλώματος M1040 4w ανά άκρο

Επισημαίνεται ότι δεν μοντελοποιούνται τα αναλογικά κυκλώματα αλλά κοστολογούνται βάσει του κόστους κυκλωμάτων Ethernet με ισοδύναμη χωρητικότητα (1 Mbps).

Το κόστος των κυκλωμάτων M1040 2w έχει προκύψει με προσαρμογή του κόστους του βάσει της διαφοράς ποιότητας εν συγκρίσει με το M1020-25 2w, ενώ το κόστος των 4w υπολογίστηκε ως το διπλάσιο των αντιστοίχων τελών των 2w.

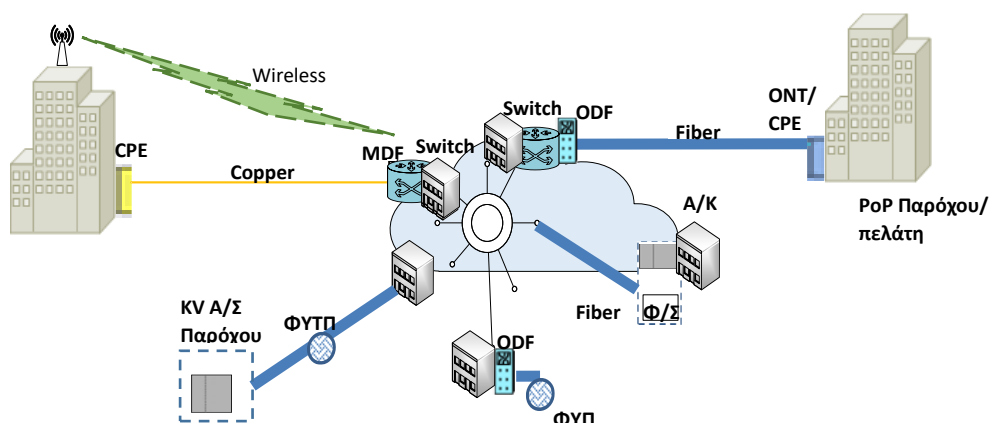
Οι υπηρεσίες παραδοσιακών ψηφιακών ΜΓ τεχνολογίας PDH/SDH δεν μοντελοποιούνται τεχνικά. Ωστόσο, γίνεται η παραδοχή ότι οι συνδρομητές των εν λόγω υπηρεσιών εξυπηρετούνται μέσω υπηρεσιών ΜΓ τεχνολογίας Ethernet

αντίστοιχης χωρητικότητας, το οποίο εκφράζεται από την ζήτηση των υπηρεσιών κυκλωμάτων Ethernet που συμπεριλαμβάνει την ζήτηση των εν λόγω υπηρεσιών.

Επιπλέον, σημειώνεται ότι οι υπηρεσίες πρόσβασης ΜΓΧ που μοντελοποιούνται τερματίζουν σε συγκεκριμένο σημείο στο χώρο των τελικών πελατών ως εξής:

- Η πρόσβαση χαλκού τερματίζει στο εσκαλίτ (πολυκατοικίες) ή χαλύβδινο κουτί (μονοκατοικίες)
- Η πρόσβαση οπτικής ίνας τερματίζει στην είσοδο του κτιρίου (BEP)
- Η ασύρματη πρόσβαση τερματίζει στην ταράτσα του κτιρίου

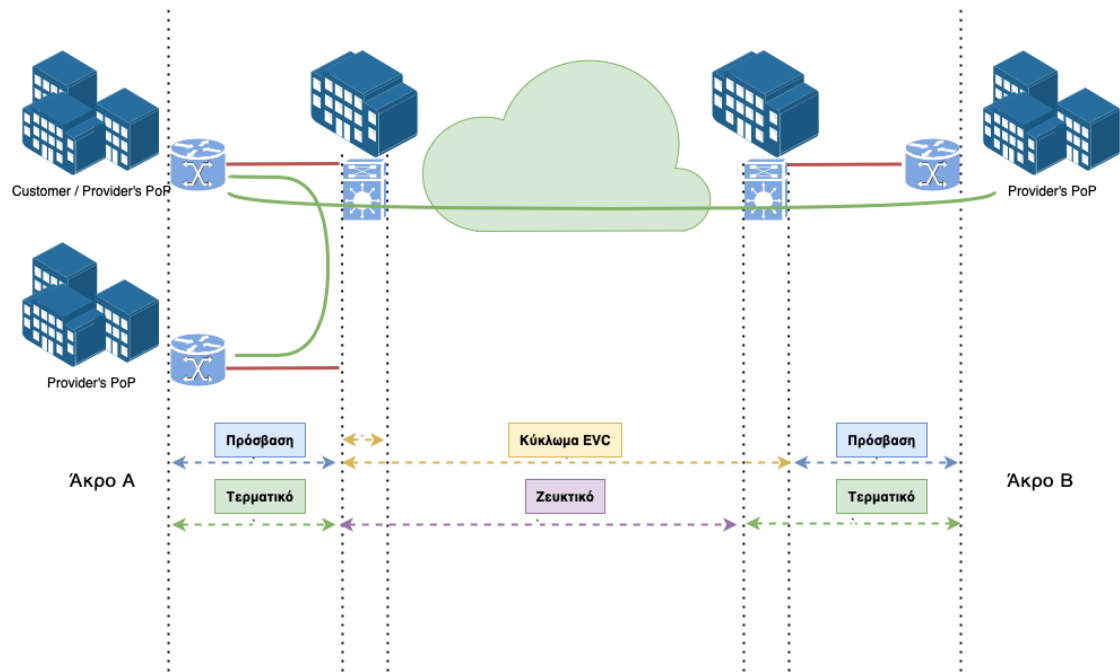
Ως εκ τούτου, έχουν συμπεριληφθεί τα αντίστοιχα κόστη που αφορούν τα εν λόγω τμήματα του δικτύου.



Σχήμα 2: Σχηματική αναπαράσταση των διαφορετικών ειδών υπηρεσιών πρόσβασης του δικτύου.

Σημειώνεται ότι τα κυκλώματα Ethernet και οι ανωτέρω υπηρεσίες πρόσβασης αντιστοιχίζονται στα υπό ρύθμιση τμήματα σύμφωνα με την προσέγγιση που παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.

Τέλος, επισημαίνεται ότι διατηρήθηκαν το πλήθος και τα χιλιομετρικά όρια των ζωνών βάσει των οποίων κοστολογούνται τα κυκλώματα Ethernet, λόγω της μη διαθεσιμότητας στοιχείων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τον διαχωρισμό σε περισσότερες ζώνες.

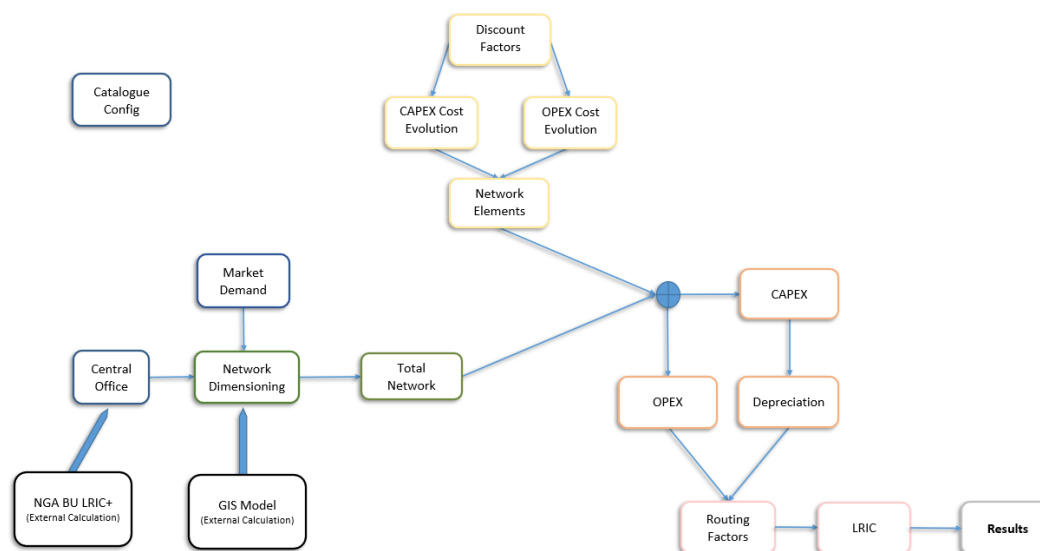


Σχήμα 3: Αντιστοίχιση μεταξύ Ζευκτικών και Τερματικών τμημάτων με τα τμήματα των υπό μοντελοποίηση υπηρεσιών Ethernet.

3

ΔΟΜΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

3.1 Γενική αρχιτεκτονική μοντέλου



Σχήμα 4: Γενική Αρχιτεκτονική Μοντέλου

Στο ανωτέρω σχήμα παρουσιάζεται η γενική αρχιτεκτονική του μοντέλου. Το κυρίως μοντέλο αποτελείται από αρχείο EXCEL, του οποίου η δομή ακολουθεί το παραπάνω σχήμα. Επισημαίνεται ότι ο υπολογισμός των εφάπαξ τελών των υπηρεσιών πραγματοποιείται σε ξεχωριστό συνοδευτικό αρχείο EXCEL.

3.2 Παράμετροι μοντέλου

Για τη μοντελοποίηση του δικτύου χρησιμοποιείται πληθώρα παραμέτρων η οποία αφορά ζητήματα υλοποίησης, διαστασιοποίησης αλλά και μεθοδολογικής προσέγγισης. Οι παράμετροι παρουσιάζονται συνοπτικά στο φύλλο **Catalogue_Config** του βασικού αρχείου .xls όπως το αρχικό έτος υλοποίησης (2023) και τα έτη υλοποίησης (10 έτη) σύμφωνα με τις αρχές του μοντέλου.

Τα δομικά στοιχεία του δικτύου καθώς και οι κατηγορίες τους προέκυψαν με βάση τις απαντήσεις που ελήφθησαν από τους παρόχους στα σχετικά ερωτηματολόγια για την υλοποίηση των δικτύων τους. Ομοίως, για τα χαρακτηριστικά των δομικών δικτυακών στοιχείων, χρησιμοποιούνται παράμετροι που προέκυψαν από τα στοιχεία των παρόχων. Επισημαίνεται ότι για ορισμένους τύπους δικτυακών στοιχείων (π.χ. transponders και wireless access equipment) δεν επιλέχθηκαν κάποιες μικρές χωρητικότητες που δηλώθηκαν ορισμένους εκ των παρόχων. Αντιθέτως,

επελέγησαν χωρητικότητες που εξασφαλίζουν αποδοτικότητα κόστους, ενώ παράλληλα καλύπτουν και μελλοντικές ανάγκες του δικτύου. Επιπλέον, προβλέπεται παράμετρος μέγιστης χρήσης (maximum usage/utilization) της ονομαστικής χωρητικότητας του ενεργού εξοπλισμού του δικτύου κορμού (switches και routers).

Το ποσοστό που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των γενικών εξόδων που δεν συνδέονται με αμιγώς δικτυακά στοιχεία (Overheads) αντλήθηκε από το μοντέλο NGA BU-LRIC της ΕΕΤΤ. Στις παραμέτρους εισόδου συμπεριλαμβάνεται και το WACC (nominal pre-tax) όπως αυτό προέκυψε από τη Δημόσια Διαβούλευση.

Επιπρόσθετα στις παραμέτρους εισόδου του μοντέλου περιλαμβάνονται

- η χρονοσειρά του πληθωρισμού στο φύλλο «Discount_Factors» βάσει των εκτιμήσεων του Διεθνούς Νομισματικού Ταμείου (IMF) για τον Δείκτη Τιμών Καταναλωτή.
- τα στοιχεία κόστους των δικτυακών στοιχείων και της εξέλιξής του, που περιλαμβάνονται στα φύλλα «Network_Elements», «CAPEX_Evolution» και «OPEX_Evolution» όπως περιγράφεται σε επόμενη ενότητα του παρόντος.
- τα αποτελέσματα της διαστασιοποίησης βάσει GIS (Geographic Information System) στο φύλλο «Network_Dimensioning» όπως περιγράφεται στην ενότητα 5.1.
- τα στοιχεία για το πλήθος, τους ενεργούς συνδρομητές και τον εξοπλισμό για κάθε Αστικό Κέντρο στο φύλλο «Central_Office_Data» βάσει των πιο πρόσφατων διαθέσιμων στοιχείων του ΟΤΕ. Επιπλέον, σε αυτό το φύλλο εισάγονται και η εκτιμώμενη κίνηση ανά αστικό κέντρο όπως αυτή υπολογίζεται από το NGA BU LRIC+ μοντέλο.
- τα στοιχεία και οι εκτιμήσεις μελλοντικής ζήτησης στο φύλλο «Market_Demand», τα οποία προέκυψαν από την ανάλυση των στοιχείων που διέθεσαν οι πάροχοι.

Τέλος, ως παράμετροι εισόδου του μοντέλου χρησιμοποιούνται και οι τιμές για τις κλείδες επιμερισμού κόστους (Routing Factors) και τους οδηγούς κόστους (Cost Driver) για τον επιμερισμό ανά δικτυακό στοιχείο (Cost Allocation), όπως αυτές καταγράφονται στο φύλλο «**Routing_Factors**».

3.3 Routing Factors και Υπολογισμός τιμών

Οι παράμετροι Routing Factors αποτελούν το τελευταίο βήμα παραμετροποίησης του μοντέλου επιτρέποντας τον επιμερισμό κόστους δικτυακών στοιχείων στις υπάρχουσες υπηρεσίες. Τα Routing Factors χρησιμοποιούνται τόσο στον καθορισμό

των στοιχείων που συμμετέχουν στην παροχή μιας υπηρεσίας όσο στο βαθμό στον οποίο συμμετέχουν.

Οι υπολογισμοί ξεκινούν από τα βασικά Routing Factors ανά τμήμα του δικτύου και κατηγορία εξοπλισμού («Routing Factors per Zone and Segment Category»). Τα εν λόγω Routing Factors είναι αποτέλεσμα εκτίμησης και στοιχείων του ΟΤΕ σχετικά με τη δομή του δικτύου και τη διαδρομή που ακολουθεί η κίνηση εντός αυτού. Συγκεκριμένα

- Στα Site λαμβάνονται υπόψη τα δύο τερματικά ΑΚ (factor 2), ενώ γίνεται χρήση μία φορά / ομοιόμορφα των πληροφοριακών συστημάτων ανά κύκλωμα.
- Για τα αστικά κυκλώματα σχετίζονται κυρίως με την κίνηση και τις οδεύσεις στο MAN τμήμα του δικτύου (factor 1,25), αλλά ένα μικρό μέρος της κίνησης αφορά και το RAN τμήμα (factor 0.2 και 0.1). Ομοίως για την κίνηση των Metro κυκλωμάτων που διέρχεται από τα Edge Routers (factor 1,25), ενώ τα Core Routers ο factor σχετίζεται και με την αναλογία του πλήθους αυτών στις περιοχές Metro/Urban και την αντίστοιχη κίνηση που μεταφέρουν.
- Τα αστικά κυκλώματα και τα κυκλώματα της ζώνης 1 δεν κάνουν ιδιαίτερη χρήση του Core τμήματος.
- Για τα κυκλώματα των ζωνών 1 έως τα factor για Transmission κόμβους και οδεύσει σχετίζεται με το πλήθος των κόμβων από τους οποίους διέρχεται ή καταλήγει η κίνηση ανά τμήμα (πιθανοτικά) και το φόρτο αυτής στο δίκτυο αντίστοιχα. Ομοίως για τις υποθαλάσσιες ζεύξεις και τα άκρα αυτής.
- Τα factors για τους μεταγωγείς (switches) και δρομολογητές (Edge/Core routers) για τις ζώνες 1 έως 4 σχετίζονται με το πλήθος των κόμβων από τους οποίους διέρχεται η κίνηση των κυκλωμάτων, αλλά και το φόρτο που εκτιμάται ότι παράγουν τα αντίστοιχα κυκλώματα.

Εν συνεχεία, τα routing factors κατανέμονται για κάθε δικτυακό στοιχείο ανά μέσο πρόσβασης, ζώνη απόστασης και χωρητικότητα, («Routing Factors per Network Element and Zone, Capacity & Service Category») ανάλογα με τις επιλογές που έχουν γίνει στους πίνακες «Network Elements to Segment, Capacity, Access Type» και «Network Elements' distribution per Segment». Επιπρόσθετα, ο πίνακας πολλαπλασιάζεται με την αντίστοιχη ζήτηση («Demand per Zone and Speed Category») ανάλογα με τον οδηγό κόστους για τον επιμερισμό («Cost Allocation») που έχει επιλεγεί για κάθε δικτυακό στοιχείο.

Στο πίνακα «Routing Matrix per Network Element» τα αποτελέσματα των ανωτέρω υπολογισμών μετατρέπονται σε ποσοστά χρήσης/κόστους του κάθε δικτυακού στοιχείου. Τέλος, προκύπτει ο τελικός πίνακας (Routing Matrix) επιμερισμού του κόστους από τα δικτυακά στοιχεία στις αντίστοιχες υπηρεσίες.

Επισημαίνεται ότι όλες οι υπηρεσίες που σχετίζονται με την κίνηση NGA αντιμετωπίζονται ως μια ενιαία υπηρεσία ανά ζώνη, στην οποία επιμερίζεται το κατάλληλο κόστος του δικτύου βάσει πλήθους ισοδύναμων κυκλωμάτων και αντίστοιχης κίνησης.

Όσον αφορά τους επιλεγμένους οδηγούς κόστους στον πίνακα «Cost Allocation», γίνεται η υπόθεση ότι το κόστος των δικτυακών στοιχείων παθητικού εξοπλισμού επιμερίζεται βάσει γραμμής σε αντίθεση με τον ενεργό εξοπλισμό, το κόστος του οποίου επιμερίζεται βάσει χωρητικότητας.

Αξίζει να σημειωθεί όλοι οι πίνακες μετά την προσαρμογή βάσει ζήτησης αφορούν το έτος εξόδου του μοντέλου, το οποίο έχει επιλεγεί στο φύλλο εργασίας **Results**.

Στο φύλλο εργασίας **LRIC** παρουσιάζεται το επαυξητικό κόστος ανά υπηρεσία και δικτυακό στοιχείο για το έτος εξόδου του μοντέλου έχοντας πρώτα διαιρέσει το κόστος της κάθε υπηρεσίας ανά δικτυακό στοιχείο (πίνακα «Service Total Costs») με την αντίστοιχη ζήτηση. Επιπρόσθετα, σε αυτό το φύλλο εισάγονται και τα επαυξητικά κόστη πρόσβασης χαλκού και οπτικής ίνας που υπολογίζονται από το NGA BU LRIC+ μοντέλο της ΕΕΤΤ. Τα εν λόγω κόστη έχουν υποστεί κατάλληλη προσαρμογή (για το WACC, τα business overheads, το splitting ratio οπτικών καλωδίων), ώστε να πραγματοποιηθεί ο υπολογισμός των τελών των αντίστοιχων υπηρεσιών προσβάσεων ΜΓΧ, δηλαδή της πρόσβασης Ethernet χαλκού (SHDSL και συμμετρικού DSL), της οπτικής πρόσβασης Ethernet και των αντίστοιχων τελών προστασίας οπτικής πρόσβασης (Διπλής Όδευσης και Διπλής Εισαγωγής).

Τα μηνιαία τέλη ανά υπηρεσία υπολογίζονται στο φύλλο εργασίας **Results** αθροίζοντας τα επαυξητικά κόστη και διαιρώντας με το πλήθος μηνών του έτους (12). Επιπρόσθετα, πραγματοποιείται και ο υπολογισμός του ποσοστού των overheads επί της ετήσιας επένδυσης για την εφαρμογή της προσέγγισης EPMU με ποσοστιαία προσαύξηση για όλες τις υπηρεσίες κατά το ποσοστό των Business Overheads.

Τέλος, υπολογίζονται τα τέλη αναλογικών κυκλωμάτων. Συγκεκριμένα:

- όσον αφορά τα τέλη ανά χιλιομετρική απόσταση, υπολογίζονται ως ο μέσος όρος των τελών των κυκλωμάτων 1Mbps προσαρμοσμένα κατά μία ισοδύναμη χωρητικότητα για μετάδοση δεδομένων και φωνής (56 Kbps). Τα αποτελέσματα διαιρούνται προς τη μέση απόσταση μεταξύ των Αστικών Κέντρων.
- τα τέλη ανά άκρο ισοδυναμούν με τα τέλη πρόσβασης Ethernet χαλκού.

4 ΖΗΤΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

4.1 Δεδομένα

Όλοι οι πάροχοι υπηρεσιών σταθερής πρόσβασης κλήθηκαν να παραδώσουν ιστορικά στοιχεία για το πλήθος και την κίνηση των σχετικών υπηρεσιών, τα οποία συγκεντρώθηκαν και επεξεργάστηκαν στις επιμέρους υπηρεσίες ώστε να αξιοποιηθούν στην επιλογή μοντέλων πρόβλεψης και στη δημιουργία προβλέψεων.

Για την εκτίμηση της πρόβλεψης για κάθε μια εκ των υπηρεσιών που μοντελοποιούνται στο μοντέλο, χρησιμοποιήθηκαν κυρίως τα στοιχεία των ετών 2017 έως 2022 που διατέθηκαν από τον ΟΤΕ, καθώς και οι εκτιμήσεις του για τα έτη 2023 έως 2026 που θεωρήθηκαν ως εκτιμήσεις χαμηλής αβεβαιότητας δεδομένου ότι βασίστηκαν στα υπάρχοντα συμβόλαια του παρόχου. Τα στοιχεία και οι εκτιμήσεις των υπολοίπων παρόχων αξιοποιήθηκαν στην διασταύρωση και εντοπισμό τυχόν τάσεων για τη μελλοντική εξέλιξη του συνόλου της αγοράς ή των επιμέρους υπηρεσιών.

Τα διαθέσιμα δεδομένα ομαδοποιούνται σε τρεις κατηγορίες :

- A. Το πλήθος των κυκλωμάτων πρόσβασης Ethernet ανά μέσο (χαλκός, οπτική ίνα, ασυρματικό) και η χωρητικότητα καθώς και το πλήθος των προσβάσεων μέσω συνεγκατάστασης ανά χωρητικότητα και ανά τύπο (Φυσική Συνεγκατάσταση, Απομακρυσμένη Συνεγκατάσταση, μέσω Φρεατίου Υποδοχής Παρόχου).
- B. Το πλήθος των κυκλωμάτων μισθωμένων γραμμών Ethernet (LL EVCs) ανά ονομαστική χωρητικότητα και ανά ζώνη απόστασης (γραμμική απόσταση μεταξύ ΑΚ) καθώς και η αντίστοιχη συνολική κίνηση στο δίκτυο ανά ζώνη απόστασης. Στα εν λόγω δεδομένα έχουν συμπεριληφθεί τα στοιχεία για τις μισθωμένες γραμμές παραδοσιακών τεχνολογιών PDH/SDH.
- C. Το πλήθος και η κίνηση των ισοδύναμων κυκλωμάτων που εξυπηρετούν την κίνηση των ευρυζωνικών υπηρεσιών NGA του ΟΤΕ (NGA EVCs) ανά ζώνη απόστασης.

4.2 Ανάλυση Μεθοδολογίας

Σε αυτήν την ενότητα, αναλύεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της ζήτησης για τις υπηρεσίες μισθωμένων γραμμών.

Η προσέγγιση που ακολουθείται για κάθε μια από τις τρεις κατηγορίες που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι διαφορετική. Αρχικά, χρησιμοποιείται η μέθοδος της διάχυσης της καινοτομίας, ως η πιο αξιόπιστη, για να εκτιμηθεί η μελλοντική κατανομή των κυκλωμάτων πρόσβασης μεταξύ των τεχνολογιών χαλκού, οπτικών ινών και ασύρματων τεχνολογιών. Το χρονικό διάστημα δεδομένων εκτείνεται από το 2017 έως το 2026, με το διάστημα 2017 - 2022 να περιλαμβάνει πραγματικά δεδομένα και το διάστημα 2023-2026 να περιλαμβάνει εκτιμήσεις, που παρείχε ο κυρίαρχος πάροχος. Η πρόβλεψη της ζήτησης εκτείνεται μέχρι και το έτος 2032.

Μετά από την εξέταση του συνολικού αριθμού κυκλωμάτων από τα διαθέσιμα στοιχεία, παρατηρείται ότι δεν εμφανίζεται κάποια αισθητή τάση αύξησης ή μείωσης. Επομένως, θεωρείται ότι η πιο πρόσφατη παρατήρηση (έτος 2026) είναι το τελικό πλήθος των κυκλωμάτων πρόσβασης και τα επόμενα έτη. Ωστόσο, η κατανομή των κυκλωμάτων ανάμεσα στις διάφορες τεχνολογίες θα ποικίλει ετησίως λόγω αντικατάστασης. Μια προσεκτική εξέταση δείχνει ότι η ασύρματη τεχνολογία εμφανίζει αυξητικές τάσεις, που μπορεί να αποτυπωθούν χρησιμοποιώντας ένα διλογιστικό (bilogistic) μοντέλο (προσέγγιση με δυο χρονικά διαδοχικές λογιστικές καμπύλες) για τον καθορισμό ενός αξιόπιστου σημείου κορεσμού για την συγκεκριμένη τεχνολογία. Στη συνέχεια, γίνεται η υπόθεση ότι τα κυκλώματα πρόσβασης μέσω οπτικών ινών θα αντικαταστήσουν σταδιακά τα υπόλοιπα κυκλώματα χαλκού μέσω μιας διαδικασίας διάχυσης με λογιστική συνάρτηση.

Οι λογιστικές σχέσεις που στηρίζεται η μεθοδολογίας μας είναι:

$$N_{wireless}(t) = \frac{S_1}{1 + \exp(-(t - a_1)/b_1)} + \frac{S_2}{1 + \exp(-(t - a_2)/b_2)}$$

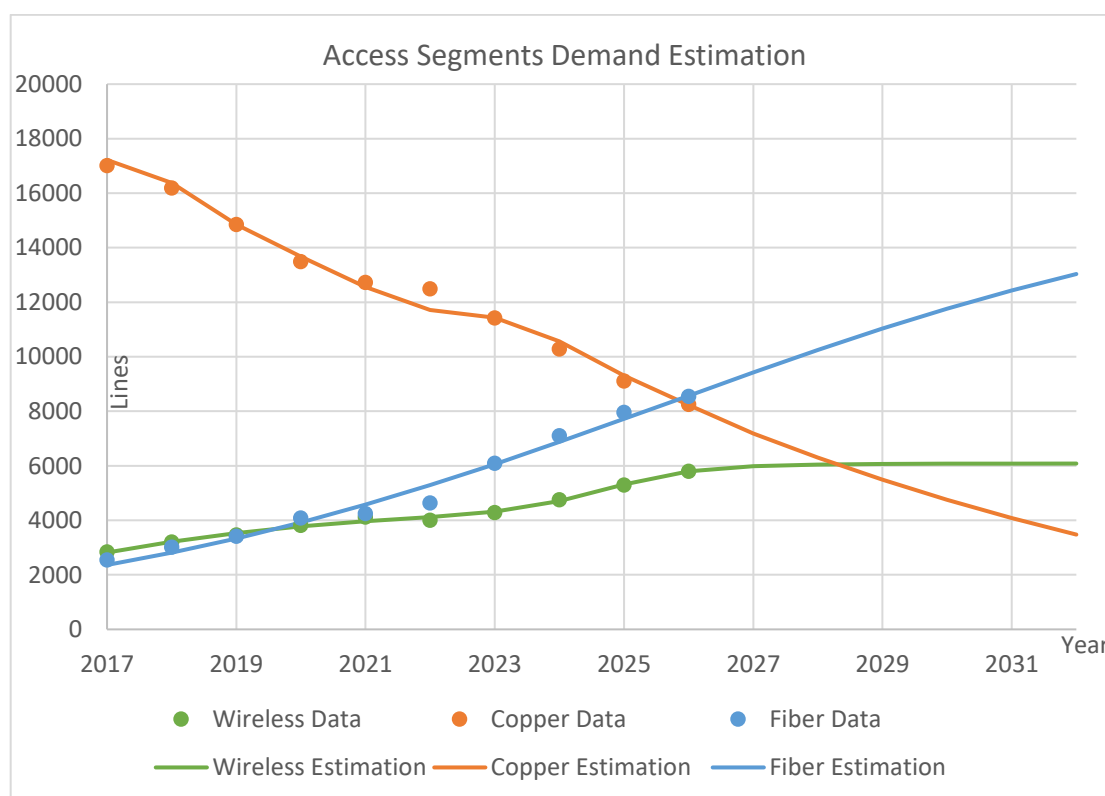
$$N_{optical}(t) = \frac{S}{1 + \exp(-(t - a)/b)}$$

Όπου: N το πλήθος των κυκλωμάτων κάθε τεχνολογίας, S_i τα σημεία κορεσμού, b_i οι συντελεστές διάχυσης, a_i οι συντελεστές χρόνου και t ο χρόνος. Γενικά $t \in \mathbb{R}$ με $t=1$ να υπονοείται το έτος 2017.

Τα αποτελέσματα της προσέγγισης μας συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα και το **Σχήμα 5**.

Πίνακας 3: Στοιχεία μοντέλου διάχυσης

| Κατηγορία δικτυακού στοιχείου | |
|--|---------------|
| Συνολικά κυκλώματα | 22596 |
| Ασύρματη Τεχνολογία: σημείο κορεσμού 1 | 4330,4 |
| Ασύρματη Τεχνολογία: συντελεστής διάχυσης 1 | 2,3048 |
| Ασύρματη Τεχνολογία: συντελεστής χρόνου 1 | -0,4372 |
| Ασύρματη Τεχνολογία: σημείο κορεσμού 2 | 1756 |
| Ασύρματη Τεχνολογία: συντελεστής διάχυσης 2 | 0,7159 |
| Ασύρματη Τεχνολογία: συντελεστής χρόνου 2 | 8,701 |
| Ασύρματη Τεχνολογία: συνολικός κορεσμός | 6086,4 |
| Οπτική Τεχνολογία: σημείο κορεσμού | 16509,6 |
| Οπτική Τεχνολογία: συντελεστής διάχυσης | 4,8201 |
| Οπτική Τεχνολογία: συντελεστής χρόνου | 9,6258 |



Σχήμα 5: Αποτελέσματα εκτίμησης ζήτησης για τις τα τμήματα πρόσβασης

Επισημαίνεται ότι για τις υπηρεσίες πρόσβασης Ethernet μέσω συνεγκατάστασης χρησιμοποιείται η ίδια παραδοχή όπως και για το σύνολο των προσβάσεων. Ως εκ τούτου, οι εν λόγω υπηρεσίες παραμένουν σταθερές μετά το έτος 2026.

Για τα υπόλοιπα δεδομένα, που αφορούν τα κυκλώματα EVCs μισθωμένων γραμμών Ethernet (LL EVCs) και τα κυκλώματα που εξυπηρετούν την κίνηση ευρυζωνικών υπηρεσιών NGA (NGA EVCs), χρησιμοποιήθηκαν Αυτοπαλινδρομικά Μοντέλα

Κινητού Μέσου Όρου (Autoregressive Integrated Moving Average - ARIMA) για τις μελλοντικές εκτιμήσεις του πλήθους των EVCs βάσει χωρητικότητας και ζώνης. Για να προσδιοριστεί το βέλτιστο μοντέλο ARIMA για κάθε περίπτωση, εξετάζεται το Κριτήριο Πληροφοριών Akaike (Akaike information criterion - AIC). Ωστόσο, σημειώνεται ότι το πλήθος των κυκλωμάτων υπηρεσιών NGA παραμένει σταθερό σε όλα τα έτη βάσει των στοιχείων που διατέθηκαν από τον ΟΤΕ, ενώ για την κίνηση των εν λόγω κυκλωμάτων ανά ζώνη χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο εκθετικής αύξησης (exponential expansion).

Ωστόσο, η πραγματική κίνηση, που προκαλείται στο δίκτυο κατά μέσο όρο από κάθε ένα εκ των κυκλωμάτων διαφέρει από την ονομαστική χωρητικότητα του κυκλώματος. Για το λόγο αυτό έχει χρησιμοποιηθεί ένας πίνακας με εκτιμήσεις της μέσης κίνησης ανά χωρητικότητα και έτος. Οι τιμές του πίνακα προέκυψαν θεωρώντας ότι η συνολική κίνηση για τις επιμέρους χωρητικότητες περιγράφεται από μία συνάρτηση του τύπου $F(\log(\text{ονομαστική χωρητικότητα}))$ για να προσεγγιστεί η ασυμπτωτική συμπεριφορά της. Η επιλογή των παραμέτρων αυτή της συνάρτησης πραγματοποιήθηκε ώστε η μέση κίνηση ανά κύκλωμα να ισούται με τα στοιχεία και τις αντίστοιχες προβλέψεις συνολικής κίνησης των κυκλωμάτων ανά ζώνη απόστασης.

$$AverageTraffic_{perEVC_capacity} = B * LOG(NominalCapacity_{perEVC_capacity})$$

όπου B σταθερά τέτοια ώστε:

$$Average_EVC_Traffic = \sum_{1Mbps}^{10Gbps} AverageTraffic_{perEVC_capacity}$$

Η συνάρτηση έχει επιλεγεί ώστε η αύξηση της κίνησης να μην είναι γραμμική εν συγκρίσει με την αύξηση της ονομαστικής χωρητικότητας. Η εν λόγω μεθοδολογία χρησιμοποιήθηκε λόγω έλλειψης πραγματικών στοιχείων σχετικά με την πραγματική κίνηση των EVCs ανά ονομαστική χωρητικότητα.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται στο φύλλο «**Market-Demand**» του μοντέλου.

5 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΠΟΙΗΣΗ

5.1 Διαστασιοποίηση οδεύσεων και καλωδίωσης

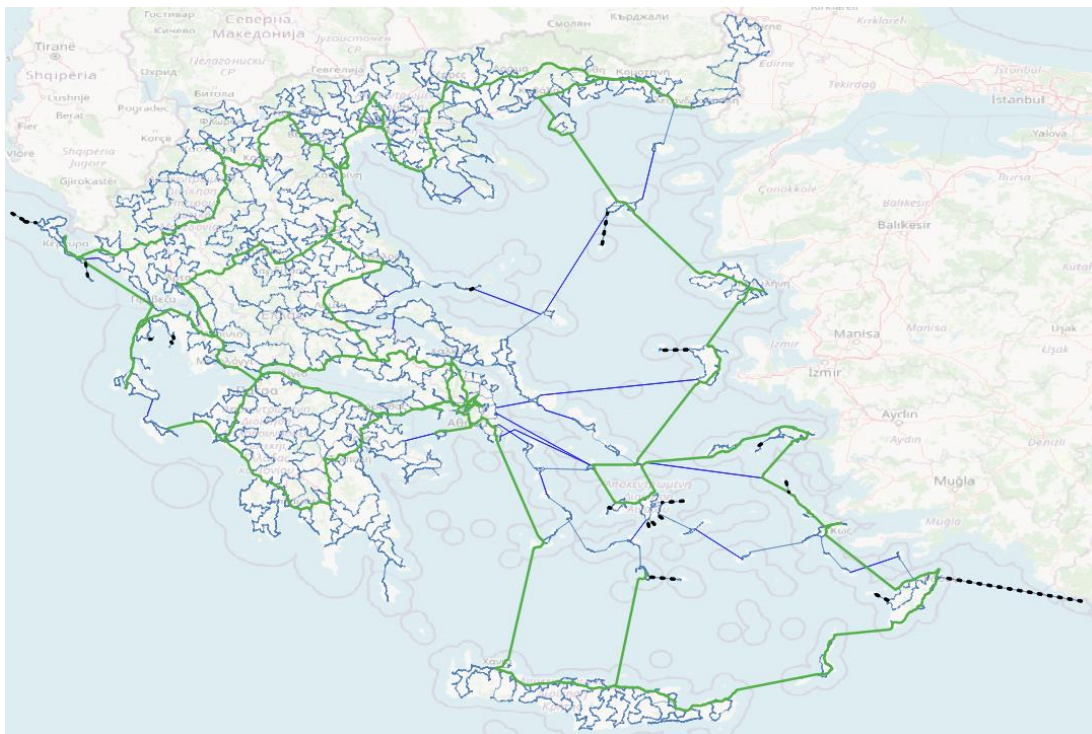
Για την εκτίμηση του συνολικού μήκους των οδεύσεων και της καλωδίωσης στο επίπεδο του δικτύου κορμού, υιοθετήθηκε μια συστηματική προσέγγιση διαιρώντας το σύνολο του δικτύου σε τρία ιεραρχικά επίπεδα ή στάδια σχεδιασμού.

Στο υψηλότερο επίπεδο, που αντιστοιχεί στο επίπεδο πυρήνα-core (ή backbone), χρησιμοποιήθηκε ο αλγόριθμος Salesman για να συνδεθούν όλοι οι δρομολογητές Edge ή/και Core στο ίδιο δίκτυο. Οι μεταγωγείς (switches) που λειτουργούν αποκλειστικά ως μεταγωγείς υψηλής χωρητικότητας (High Capacity Switches) εξαιρούνται από αυτόν τον αλγόριθμο. Εφαρμόζοντας αυτή την προσέγγιση, όλοι οι κόμβοι είναι διασυνδεδεμένοι σε μια τοπολογία δακτυλίου. Επιπλέον, ενσωματώθηκαν σύμφωνα με τα στοιχεία που διατέθηκαν από τον κυρίαρχο πάροχο και υποθαλάσσιες ζεύξεις σε αυτό το επίπεδο του δικτύου για να παρέχεται εναλλακτική δρομολόγηση σε περίπτωση αποτυχίας ή βλάβης.

Στο δεύτερο επίπεδο, σχεδιάστηκαν οι οδεύσεις μεταξύ των υπόλοιπων High Capacity Switches και του πλησιέστερου δρομολογητή Edge από το πρώτο επίπεδο (κορμού) χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Steiner tree. Στις περισσότερες περιπτώσεις, υπάρχει μόνο ένας σχετικά μικρός αριθμός από Switches που θα συνδεθούν με τον πλησιέστερο δρομολογητή. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτή η μέθοδος δεν εφαρμόζεται στις αστικές περιοχές της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης. Στις εν λόγω περιοχές, χρησιμοποιείται μια συνδυασμένη προσέγγιση των αλγορίθμων Steiner tree και Salesman για τη δημιουργία ενός προσεγγιστικού δικτύου mesh grid και δακτυλίων.

Στο τρίτο επίπεδο/στάδιο, οι υπόλοιποι μεταγωγείς (Switches) συνδέονται με τον πλησιέστερο κόμβο από τα ανώτερα επίπεδα χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Salesman, δημιουργώντας έτσι τοπικούς δακτυλίους. Πέραν των οδεύσεων μέσω του οδικού δικτύου, έχουν τοποθετηθεί και υποθαλάσσιοι σύνδεσμοι σύμφωνα με το υπάρχον δίκτυο και τα σχέδια υλοποίησης του κυρίαρχου παρόχου. Σε ορισμένες περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει διαθέσιμη υποθαλάσσια υποδομή για τη διασύνδεση νησιών, έχουν εισαχθεί σύνδεσμοι μικροκυμάτων ζεύξεων.

Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής όλων των επιπέδων, εφαρμόζονται αλγόριθμοι επικάλυψων για να εξεταστούν τα κοινά τμήματα οδεύσεων μεταξύ των επιπέδων. Αυτό περιλαμβάνει την ανάλυση της επικάλυψης μεταξύ του πρώτου και δεύτερου επιπέδου, του πρώτου και τρίτου επιπέδου και του δεύτερου και τρίτου επιπέδου. Επιπλέον, σημειώνεται, ότι για τα τμήματα του δικτύου που μοντελοποιήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν καλώδια 96 ζευγών οπτικών ινών. Το τελικό αποτέλεσμα της διαστασιοποίησης αποτυπώνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 6: Σχηματική αναπαράσταση των αποτελεσμάτων της GIS διαστασιοποίησης

Τα αποτελέσματα που δίνονται ως παράμετροι εισόδου στο μοντέλο (φύλλο εργασίας «**Network_Dimensioning**») είναι τα εξής:

- Μήκος οδεύσεων τμήματος Metropolitan Area Network (MAN)
- Μήκος οδεύσεων τμήματος Regional Area Network (RAN)
- Μήκος οδεύσεων τμήματος Core (ή Backbone)
- Μήκος καλωδίωσης τμήματος MAN
- Μήκος καλωδίωσης τμήματος RAN
- Μήκος καλωδίωσης τμήματος Core
- Μήκος υποθαλάσσιας καλωδίωσης
- Πλήθος υποθαλάσσιων ζεύξεων
- Πλήθος ασύρματων ζεύξεων (άκρα των ζεύξεων)

Σχετικά με τις οδεύσεις των προσβάσεων, δεν πραγματοποιήθηκε διαστασιοποίησή τους στο πλαίσιο του παρόντος μοντέλου. Ωστόσο, τα αντίστοιχα κόστη που αφορούν τα τμήματα του δικτύου πρόσβασης προέκυψαν με κατάλληλες προσαρμογές από το μοντέλο NGA BU LRIC+ της EETT.

5.2 Διαστασιοποίηση εξοπλισμού δικτύου

Η διαστασιοποίηση του εξοπλισμού του δικτύου πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την GIS διαστασιοποίηση που πουριάστηκε παραπάνω καθώς και τα στοιχεία ανά ΑΚ σχετικά με την κίνηση και τον εξοπλισμό, άρα και την ιεραρχία των ΑΚ εντός του δικτύου σύμφωνα με την αρχιτεκτονική που αποτυπώνεται στο **Σχήμα 1**. Επισημαίνεται, ότι στο μοντέλο έχουν συμπεριληφθεί το σύνολο των ΑΚ του μοντέλου NGA BU LRIC+ πλέον των ΑΚ για τα οποία δόθηκαν στοιχεία από τον ΟΤΕ μέσω των ερωτηματολογίων για το δίκτυο ΜΓΧ.

Τα μήκη των οδεύσεων των τμημάτων RAN και Core χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του πλήθους των οπτικών ενισχυτών (WDM Amplifiers) εκτιμώντας τη μέση απόσταση (200 χιλιόμετρα). Ομοίως, το πλήθος των φρεατίων υπολογίζεται βάσει μέσης απόστασης ανά τμήμα του δικτύου και συγκεκριμένα 1500 μέτρα για τα τμήματα RAN και Core και 200 μέτρα για το τμήμα MAN. Το πλήθος των ρυθμιζόμενων Πολυπλεκτών προσθαφαίρεσης ROADM (Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer) σχετίζεται με το πλήθος των σημείων όπου διασυνδέονται οι οπτικοί δακτύλιοι των τμημάτων RAN και MAN με τους οπτικούς δακτυλίους του Core. Τα εν λόγω σημεία ταυτίζονται με τους κόμβους που διαθέτουν Edge Routers σύμφωνα με τα στοιχεία ανά ΑΚ. Επιπλέον, το πλήθος του εξοπλισμού που απαιτείται για τις υποθαλάσσιες και μικροκυματικές ζεύξεις υπολογίζεται άμεσα από τα αποτελέσματα της GIS διαστασιοποίησης.

Τα δικτυακά στοιχεία μεταγωγών (Switches) και δρομολογητών (Routers) διαστασιοποιούνται βάσει της εκτιμώμενης κίνησης στο δίκτυο. Συγκεκριμένα τα L2 Switches και οι αντίστοιχες κάρτες και πόρτες τους διαστασιοποιούνται βάσει της κίνησης στον αντίστοιχο κόμβο (ΑΚ) όπου είναι εγκατεστημένα. Η κίνηση προκύπτει από την κίνηση ανά ΑΚ που υπολογίζεται από το μοντέλο NGA BU LRIC+ προσαρμοσμένη στα πρόσφατα στοιχεία για το πλήθος των ενεργών συνδέσεων. Ομοίως για τα L2 High Capacity Switches, προσθέτοντας όμως την κίνηση των κυκλωμάτων EVCs καθώς γίνεται η υπόθεση ότι η πλειονότητα των κυκλωμάτων Μισθωμένων Γραμμών εξυπηρετείται από τους εν λόγω κόμβους.

Για τη διαστασιοποίηση των Edge Routers, χρησιμοποιείται η κίνηση ανά περιφέρεια (Region) καθώς θεωρούμε ότι σε αυτούς συγκεντρώνεται η κίνηση από τις αντίστοιχες περιφέρειες στις πόρτες προς τα RAN και MAN τμήματα του δικτύου. Ωστόσο, για τις πόρτες μεγάλης χωρητικότητας που εξυπηρετούν την κίνηση του Core αυτές διαστασιοποιούνται βάσει του μέγιστου μεταξύ της αντίστοιχης περιφερειακής κίνησης και της μέσης εθνικής κίνησης που αντιστοιχεί σε κάθε Edge Router, δηλαδή της συνολικής εθνικής κίνησης προς το πλήθος των Edge Routers. Ομοίως για τους Core Routers που διαστασιοποιούνται βάσει της μέσης εθνικής κίνησης ανά Router, δηλαδή της συνολικής εθνικής κίνησης προς το πλήθος των Core Routers.

Αξίζει να σημειωθεί ότι για κάθε ένα από τα παραπάνω δικτυακά στοιχεία χρησιμοποιείται ένα ελάχιστο πλήθος πορτών (ports) που θεωρείται απαραίτητο για

την ανακατεύθυνση της κίνησης του δικτύου. Τέλος, το πλήθος των οπτικών transponders υπολογίζεται σύμφωνα με το πλήθος των ports που υπολογίστηκαν για τα εν λόγω δικτυακά στοιχεία και αφορούν τους οπτικούς δακτυλίους των RAN, MAN και Core τμημάτων.

6 ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ

6.1 CAPEX κόστη

Για τον προσδιορισμό του CAPEX για κάθε στοιχείο δικτυακού εξοπλισμού στο μοντέλο, χρησιμοποιήθηκαν ως βάση τα δεδομένα των παρόχων όπως αυτά αποτυπώθηκαν στα σχετικά ερωτηματολόγια εν συγκρίσει και με benchmarking στοιχεία από Ευρωπαϊκά μοντέλα και προμηθευτές εξοπλισμού. Σε περιπτώσεις όπου παρατηρήθηκαν μεγάλες αποκλίσεις στα στοιχεία που παρείχαν οι πάροχοι τότε χρησιμοποιήθηκαν κυρίως τα στοιχεία του benchmarking για τη διαμόρφωση του κόστους με κατάλληλη προσαρμογή στις ιδιότητες (χωρητικότητα) του εκάστοτε δικτυακού στοιχείου. Για κάθε μοναδιαίο κόστος των παρόχων, εάν αυτό αναφέρεται σε προηγούμενο του αρχικού έτους μοντελοποίησης, γίνεται αναγωγή στο αρχικό έτος υλοποίησης λαμβάνοντας υπόψιν πληθωρισμό (πηγή: IMF) καθώς και το αντίστοιχο Cost trend για την κατηγορία που εμπίπτει το κάθε δικτυακό στοιχείο. Συγκεκριμένα για το σύνολο των δικτυακών στοιχείων η βάση αναφοράς του CAPEX είναι το έτος 2021.

Τα Cost Trends που δίδονται ως είσοδος στο μοντέλο, αφορούν το κόστος των δικτυακών στοιχείων ανά κατηγορία σε πραγματικούς όρους και έχουν υπολογιστεί ώστε τα τελικά Nominal Cost Trends δεδομένου του πληθωρισμού να είναι σε συμφωνία με τα αντίστοιχα Benchmarking στοιχεία.

Πίνακας 4: CAPEX cost trends δικτυακών στοιχείων

| Κατηγορία δικτυακού στοιχείου | Ετήσια Τάση CAPEX |
|---|-------------------|
| Active Equipment | -4,0% |
| Passive Equipment | -1,0% |
| Fiber | -1,5% |
| Trenches | 1,0% |
| Services Platform | -4,0% |
| Air Conditioning | -1,0% |
| Power Energy | -1,0% |
| Copper | 1,0% |
| Voice | 0,0% |
| Common | 0,0% |
| Other | 0,0% |
| Overheads | 0,0% |
| Customer Side Active Equipment Copper | 1,0% |
| Customer Side Active Equipment Fiber | -1,5% |
| Customer Side Active Equipment Wireless | -3,0% |
| Wireless Equipment | -3,0% |
| Masts | -0,5% |
| Submarine | 1,0% |
| Buildings | 0,0% |

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα κόστη των βασικότερων δικτυακών στοιχείων, δηλαδή χαντακίων και καλωδίων, όπως προέκυψαν από τη μεθοδολογία που περιεγράφηκε ανωτέρω. Πλέον των CAPEX ανά δικτυακό στοιχείο προστίθεται και το κόστος εγκατάστασης και ελέγχου λειτουργίας (Installation & Commissioning) ως ποσοστό επί του CAPEX.

Πίνακας 5: CAPEX κόστη δικτυακών στοιχείων

| Δικτυακά στοιχεία | CAPEX | Εγκατάσταση (% of CAPEX) |
|---|----------------|-----------------------------|
| Billing System | 757.000,00 € | 25,00% |
| Network Management System | 480.000,00 € | 25,00% |
| Provisioning System | 1.730.000,00 € | 25,00% |
| IT Software (license) | 120.000,00 € | 25,00% |
| Site | 10.000,00 € | 0,00% |
| Air Conditioning Unit | 6.000,00 € | 0,00% |
| Power Supply Unit + Backup | 10.000,00 € | 0,00% |
| Physical Colocation connection | 3.000,00 € | 0,00% |
| Remote Colocation connection | 3.000,00 € | 0,00% |
| Local Operator Reception Manhole connection | 3.000,00 € | 0,00% |
| DSLAM | 700,00 € | 30,00% |
| Core Router | 46.000,00 € | 40,00% |
| Core Router card (10G ports) | 40.000,00 € | 35,00% |
| Core Router card (100G ports) | 15.000,00 € | 35,00% |
| Edge Router | 5.000,00 € | 40,00% |
| Edge Router card (10G ports) | 15.000,00 € | 35,00% |
| Edge Router card (100G ports) | 15.000,00 € | 35,00% |
| Layer 2 High Capacity Switch | 4.000,00 € | 40,00% |
| Layer 2 High Capacity Switch card | 6.000,00 € | 35,00% |
| Layer 2 High Capacity Switch port 1G | 60,00 € | 30,00% |
| Layer 2 High Capacity Switch port 10G | 140,00 € | 30,00% |
| Layer 2 Switch | 1.600,00 € | 40,00% |
| Layer 2 Switch card (1G ports) | 2.000,00 € | 35,00% |
| Layer 2 Switch card (10G ports) | 2.000,00 € | 35,00% |
| Layer 2 Switch port 1G | 60,00 € | 30,00% |
| Layer 2 Switch port 10G | 140,00 € | 30,00% |
| WDM Transponder 10G | 2.600,00 € | 40,00% |
| WDM Transponder 4x10G | 5.000,00 € | 40,00% |
| WDM Transponder 100G | 12.000,00 € | 40,00% |
| WDM Amplifier (ILA) | 6.700,00 € | 40,00% |
| WDM ROADM | 25.500,00 € | 40,00% |
| Transmission - Trenching | 13.80 € | 0,00% |
| Transmission - Manholes | 800,00 € | 0,00% |

| Δικτυακά στοιχεία | CAPEX | Εγκατάσταση (% of CAPEX) |
|---|--------------|-----------------------------|
| Rights of Way Trench | 0,41 € | 0,00% |
| Rights of Way Manhole | 244,17 € | 0,00% |
| Transmission - Fiber Cable 96 | 2,50 € | 0,00% |
| Submarine link cable & off-shore implementation | 38,50 € | 0,00% |
| Submarine link shore-end implementation | 320,000,00 € | 0,00% |
| Transmission - Wireless link | 4,000,00 € | 40,00% |
| Wireless Access equipment up to 500Mbps | 1,600,00 € | 20,00% |
| Wireless Access equipment up to 1000Mbps | 3,000,00 € | 20,00% |
| Mast Network Side | 3,500,00 € | 20,00% |
| Mast Customer Side | 2,000,00 € | 20,00% |
| Fiber Customer Connection | 2,00 € | 30,00% |
| NTE 100Mbps | 600,00 € | 30,00% |
| NTE 1000Mbps | 1,200,00 € | 30,00% |
| NTE 10000Mbps | 3,000,00 € | 30,00% |

Επισημαίνεται ότι τα κόστη χαντακίων περιλαμβάνουν όλα τα σχετικά κόστη συμπεριλαμβανομένων των πλαισίων στήριξης των πολυσωλήνιων, συστημάτων πολυσωλήνιων, την ενδεικτική ταινία, την αποκατάσταση, την παρακολούθηση και την παραγωγή των σχεδίων. Αντίστοιχα, οπτικά καλώδια συμπεριλαμβάνουν όλα τα σχετικά κόστη, όπως το κόστος εργασιών εγκατάστασης και υλικών, συγκολλήσεων, μικτονομήσεων, τερματισμού και των απαραίτητων μετρήσεων.

Επιπλέον, στο μοντέλο αποτυπώνονται ως ξεχωριστό πάγιο το κόστος τελών δικαιωμάτων διέλευσης (Rights of Way) χαντακίων (συμπεριλαμβανομένων των φρεατίων) και καμπινών. Τα δικαιώματα διέλευσης υπολογίζονται σε σύμφωνα με τη σχετική νομοθεσία (παρ. 9 του άρθρου 28, του ν. 4070/2012), ήτοι 0,40695 €/μέτρο για χαντάκια και 244,17€/φρεάτιο.

Επισημαίνεται ότι στο μοντέλο περιλαμβάνονται δικτυακά στοιχεία που ενσωματώνουν το κόστος συστημάτων (Τιμολόγησης, διαθεσιμότητας, λοιπών IT κ.ά) σχετικών με τις υπηρεσίες χονδρικής, τα οποία είναι κατάλληλα κοστολογημένα σύμφωνα με τις υπό μοντελοποίηση υπηρεσίες. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται επιμέρους δικτυακά στοιχεία του αστικού κέντρου, όπως τα δικτυακά στοιχεία «Air Conditioning Unit» και «Power Supply Unit + Backup» που συμπεριλαμβάνει τα κόστη γεννητριών, UPS, πινάκων και ανορθωτικών και για την ηλεκτροδότηση και ομαλή λειτουργία του ενεργού εξοπλισμού του αστικού κέντρου.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι το επίπεδο ανάλυσης κόστους των δικτυακών στοιχείων είναι σε συμφωνία με τις απαντήσεις και τα στοιχεία που διέθεσαν οι πάροχοι στην ΕΕΤΤ σχετικά με τα κόστη του δικτυακού εξοπλισμού.

6.2 OPEX κόστη

Η επιλογή του μοναδιαίου κόστους στο μοντέλο για κάθε δικτυακό στοιχείο γίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως και στον υπολογισμό του μοναδιαίου CAPEX. Σε περίπτωση όπου δεν υπάρχουν διαθέσιμα ακριβή δεδομένα για κάποιο δικτυακό στοιχείο τότε το λειτουργικό κόστος (OPEX) που αφορά αυτό το δικτυακό στοιχείο προκύπτει ως παραμετροποιήσιμο ποσοστό επί της αξίας κτήσης αυτού.

Τα ποσοστά που χρησιμοποιούνται για τα περισσότερα δικτυακά στοιχεία του μοντέλου συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 6: OPEX ποσοστό επί του CAPEX ανά κατηγορία δικτυακού στοιχείου

| Κατηγορία δικτυακού στοιχείου | OPEX (% of CAPEX) |
|--|-------------------|
| Συστήματα και πλατφόρμες | 9% |
| Ενεργός εξοπλισμός δικτύου κορμού εξαρτώμενος από πλήθος γραμμών | 10% |
| Ενεργός εξοπλισμός δικτύου κορμού εξαρτώμενος από κίνηση | 20% |
| Υποδομές και δαπάνες Αστικού Κέντρου | 20% |
| Εξοπλισμός Αστικού Κέντρου | 8% |
| Παθητικός εξοπλισμός | 2% |
| Χαντάκια | 1,5% |
| Φρεάτια | 4% |
| Υπόγεια καλώδια | 2% |
| Υποβρύχια καλώδια | 2% |
| Ενεργός ασυρματικός εξοπλισμός | 13% |
| Παθητικός ασυρματικός εξοπλισμός | 9,5% |
| Τερματικός εξοπλισμός | 3% |

Τα παραπάνω ποσοστά έχουν προκύψει από εκτίμηση, βάσει των στοιχείων των παρόχων από τα ερωτηματολόγια και στοιχείων benchmarking.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το κόστος κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας συμπεριλαμβάνεται στα ποσοστά OPEX τα οποία διαμορφώθηκαν κατάλληλα, ώστε να λαμβάνουν υπόψη και την κατανάλωση ενέργειας του ενεργού εξοπλισμού.

6.3 Κοινά Κόστη

Η μοντελοποίηση του κοινού κόστους που σχετίζεται με γενικότερη επιχειρηματική λειτουργία (business overheads), πραγματοποιείται με επιμερισμό στις υπηρεσίες του δικτύου σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Equi-Proportional Mark-Up (EPMU). Τα εν λόγω overheads αφορούν κόστη του παρόχου που δεν σχετίζονται άμεσα με τα

δικτυακά στοιχεία και την παροχή των επιμέρους υπηρεσιών που μοντελοποιούνται (non-network common costs) και περιλαμβάνουν: κόστη διοίκησης, κόστη που σχετίζονται με τις υποστηρικτικές λειτουργίες (λογιστηρίου, διεύθυνσης νομικών και ρυθμιστικών θεμάτων, διαχείρισης του προσωπικού, χρηματοοικονομικών θεμάτων), το κόστος διαφόρων οχημάτων, το κόστος των εργαλείων και εργαστηρίων, το κόστος οργάνωσης αποθήκης υλικών, το κόστος γραφείων, το κόστος για το κέντρο διαχείρισης και υποστήριξης διαφόρων συστημάτων IT, το κόστος γραμματειακής υποστήριξης καθώς και το κόστος οργάνωσης των γραφείων της διοίκησης, κόστη τα οποία δεν μοντελοποιούνται σε κανένα άλλο σημείο του μοντέλου. Τα εν λόγω κόστη αφορούν γενικές και διοικητικές δαπάνες (General and Administrative costs) και δεν δύναται να επιμεριστούν βάσει των αρχών κόστους-αιτίας (cost-causality).

Το ύψος (ποσοστό) των overheads δίνεται ως παράμετρος εισόδου στο μοντέλο, όπως αναφέρθηκε στην Ενότητα 3.2, και εφαρμόζεται με τη μέθοδο Equip-Proportional Mark-Up (EPMU) στα τελικά αποτελέσματα του μοντέλου. Το ποσοστό που τελικά χρησιμοποιήθηκε είναι ίσο με το αντίστοιχο ποσοστό που υπολογίστηκε στο πλαίσιο του μοντέλου NGA BU LRIC+. Το εν λόγω ποσοστό ισούται με 16,60% όπως αποτυπώνεται στο φύλλο παραμέτρων εισόδου του μοντέλου (Catalogue_Config).

Επισημαίνεται ότι ως κοινά κόστη για κάποια υποσύνολα των υπηρεσιών του μοντέλου λογίζονται και στοιχεία όπως πληροφοριακά συστήματα, Συστήματα Τιμολόγησης, διαθεσιμότητας και διαχείρισης Δικτύου και άλλα τα οποία όμως μοντελοποιούνται πλήρως ως κόστη άμεσα σχετιζόμενα με τη μοντελοποίηση του δικτύου (network common costs). Ο τρόπος που αυτά επιμερίζονται στις διάφορες υπηρεσίες προκύπτει από την χρήση των Routing Factors και την αντίστοιχη ζήτηση των υπηρεσιών. Τα εν λόγω κόστη δεν έχουν συμπεριληφθεί στον υπολογισμό των overheads που εφαρμόζονται ως EPMU.

6.4 Αποσβέσεις και διάρκεια ζωής παγίων

Ο υπολογισμός της απόσβεσης των παγίων περιουσιακών στοιχείων πραγματοποιείται βάσει της tilted annuity μεθόδου. Η εν λόγω μέθοδος βασίζεται στην flat annuity, αλλά λαμβάνει υπόψη τις μελλοντικές τάσεις σχετικά με την τιμή των πάγιων περιουσιακών στοιχείων (cost trends of assets) όπως αναφέρθηκε ανωτέρω.

Όσον αφορά τη διάρκεια ζωής των στοιχείων ο προσδιορισμός τους γίνεται με τον ίδιο τρόπο που προσδιορίζονται οι μοναδιαίες αξίες κτήσης, δηλαδή συνυπολογίζοντας τα δεδομένα των παρόχων, τα στοιχεία του ελεγμένου μητρώου παγίων του ΕΚΟΣ, στοιχεία benchmarking άλλων ευρωπαϊκών μοντέλων και σχόλια των συμμετεχόντων στη Δημόσια Διαβούλευση. Οι διάρκειες ζωής των βασικότερων κατηγοριών δικτυακών στοιχείων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 7: Διάρκεια ζωής ανά κατηγορία δικτυακού στοιχείου

| Κατηγορία δικτυακού στοιχείου | Διάρκεια ζωής |
|--------------------------------------|---------------|
| Συστήματα και πλατφόρμες | 5 |
| Ενεργός εξοπλισμός δικτύου κορμού | 8 |
| Υποδομές Αστικού Κέντρου | 23 |
| Ενεργός Εξοπλισμός Αστικού Κέντρου | 8 |
| Παθητικός εξοπλισμός Αστικού Κέντρου | 10 - 15 |
| Παθητικός οπτικός εξοπλισμός | 10 |
| Χαντάκια | 36 |
| Φρεάτια | 20 |
| Υπόγεια καλώδια | 20 |
| Υποβρύχια καλώδια | 15 |
| Ασυρματικός εξοπλισμός | 10 |
| Τερματικός εξοπλισμός | 5 |

6.5 Κοστολόγηση εφάπαξ τελών υπηρεσιών

Για τον υπολογισμό των εφάπαξ τελών για τις υπηρεσίες της Αγοράς 4 χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα που συμπληρώθηκαν από τους τέσσερεις Παρόχους (COSMOTE, VODAFONE, WIND, NOVA,) που απάντησαν και στα σχετικά ερωτηματολόγια καθώς και στοιχεία από το ελεγμένο ΕΚΟΣ του ΟΤΕ. Ο υπολογισμός των τελών πραγματοποιείται σε ξεχωριστό συνοδευτικό αρχείο EXCEL.

Ειδικότερα χρησιμοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές μέθοδοι υπολογισμού του κόστους των υπηρεσιών.

Για την παροχή των υπηρεσιών απαιτούνται οι ακόλουθες εργασίες:

1. Χρήση Πληροφοριακού Συστήματος
2. Συντονισμός ενεργειών/εργασιών/συνεργείων
3. Μελέτες & Εργασίες Μηχανικού
4. Μετάβαση Τεχνικού
5. Υλοποίηση Τεχνικών Εργασιών
6. Μετρήσεις Ποιότητας
7. Διάφορες Διαχειριστικές εργασίες

8. Λοιπές Εργασίες

9. Υλικά - Μεταφορικά μέσα – Εργαλεία - Λοιπές λειτουργικές δαπάνες

Για κάθε εργασία χρησιμοποιείται ο τύπος

$$\text{Λεπτά_Απασχόλησης}_i * \text{€_ανά_Λεπτό_Απασχόλησης}_i$$

Όπου $i = \{1, 2, \dots, 8\}$ για την κάθε επιμέρους εργασία ανωτέρω. Σημειώνεται ότι για την κατηγορία 9 παρέχεται μόνο το ποσό των σχετικών δαπανών που είναι επιπρόσθετες στις δαπάνες εργασιών των υπολοίπων κατηγοριών.

1^η Μέθοδος Υπολογισμού

Η πρώτη μέθοδος υπολογισμού χρησιμοποιεί **τον μέσο όρο από τις υπολογισμένες τελικές τιμές κόστους της κάθε υπηρεσίας του κάθε Παρόχου.**

Τύπος Υπολογισμού Μεθόδου_1: $\text{AVERAGE}(\text{Cosmote_Value}; \text{Vodafone_Value}; \text{Wind_Value}; \text{Nova_Value})$

Ο τύπος υπολογισμού για την τιμή κόστους ανά υπηρεσία για τον κάθε Πάροχο είναι:

$$\sum_{i=1}^8 \text{Λεπτά_Απασχόλησης}_i * \text{€_ανά_Λεπτά_Απασχόλησης}_i + \text{€_Υλικά}$$

2^η Μέθοδος Υπολογισμού

Η δεύτερος μέθοδος υπολογισμού χρησιμοποιεί όλες τις πιθανές ενέργειες που δηλώθηκαν από τουλάχιστον έναν Πάροχο. Στην περίπτωση που υπάρχουν δεδομένα από περισσότερο περισσότερους του ενός Παρόχου, χρησιμοποιείται **ο αντίστοιχος μέσο όρος των δηλωθέντων από τους Παρόχους τόσο για τους χρόνους εργασιών όσο και για το κόστος εργασιών.** Ακολουθώς υπολογίζουμε την τιμή κόστους ανά υπηρεσία μέσω του τύπου υπολογισμού που ακολουθεί.

Τύπος Υπολογισμού Μεθόδου_2:

$$\sum_{i=1}^8 \text{AVERAGE}(\text{Λεπτά_Απασχόλησης}_i) * \text{AVERAGE}(\text{€_ανά_Λεπτά_Απασχόλησης}_i) + \text{€_Υλικά}$$

Όπου AVERAGE ο μέσος όρος και των τεσσάρων παρόχων για την εκάστοτε εργασία

3^η Μέθοδος Υπολογισμού

Η τρίτη μέθοδος υπολογισμού χρησιμοποιεί, όπως και η δεύτερη μέθοδος υπολογισμού, όλες τις πιθανές ενέργειες που δηλώθηκαν από τουλάχιστον έναν

Πάροχο. Στην περίπτωση που υπάρχουν δεδομένα από περισσότερους του ενός Παρόχου, χρησιμοποιείται ο αντίστοιχος **μέσος όρος** των δηλωθέντων από τους Παρόχους **για τους χρόνους εργασιών** και **η μικρότερη τιμή των δηλωθέντων για το κόστος εργασιών**. Ακολουθώς υπολογίζουμε την τιμή κόστους ανά υπηρεσία μέσω του ανωτέρου τύπου υπολογισμού που ακολουθεί.

Τύπος Υπολογισμού Μεθόδου_3:

$$\sum_{i=1}^8 AVERAGE(Λεπτά_Απασχόλησης_i) * MIN(€_ανά_Λεπτά_Απασχόλησης_i) + €_Υλικά$$

Όπου AVERAGE ο μέσος όρος και των τεσσάρων παρόχων και MIN η ελάχιστη τιμή εκ των τεσσάρων παρόχων.

Οι ανωτέρω μεθοδολογίες αφορούν όλα τα εφάπαξ κόστη των υπηρεσιών της Αγοράς 4. Επισημαίνεται ότι για το σύνολο των υπηρεσιών, δόθηκαν στοιχεία από τουλάχιστον έναν εκ των παρόχων.

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των τριών μεθοδολογιών, για κάθε κατηγορία ενέργειας προκύπτει μια προτεινόμενη τιμή κόστους ανθρωποώρας λαμβάνοντας υπόψη το είδος εργασίας και τα προφίλ των εργαζομένων που τις εκτελούν. Σε σχέση με τον χρόνο Ανθρωποπροσπάθειας της κάθε επιμέρους κατηγορίας εργασιών για κάθε υπηρεσία, χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των τιμών των αντίστοιχων προτάσεων των Παρόχων με προσαρμογές για περιπτώσεις που παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές μεταξύ υπηρεσιών που απαιτούν παρόμοιες εργασίες, λαμβάνοντας υπόψη και τα υφιστάμενα μοντέλα υπολογισμού του κόστους των υπηρεσιών αυτών από το ΕΚΟΣ του ΟΤΕ.

Για κάθε υπηρεσία έχει χρησιμοποιηθεί ένα overhead ποσοστό που καλύπτει τα κοινά κόστη που πρέπει να προστεθούν πάνω στην υπολογιζόμενη τιμή της κάθε υπηρεσίας. Το overhead ποσοστό είναι κοινό για όλες τις υπηρεσίες, αφορά λοιπές λειτουργικές δαπάνες (αναλώσιμα υλικά, έξοδα διοίκησης, έξοδα μεταφορικών μέσων & εργαλείων ή οργάνων κλπ) και ισούται με το ποσοστό των overhead που χρησιμοποιείται στο κυρίως μοντέλο και προέκυψε σύμφωνα με μεθοδολογία που περιγράφεται στην Ενότητα 6.3 (δηλαδή 16,6%).

Επίσης, σημειώνεται ότι για τον προσδιορισμό εφάπαξ τελών για τα έτη πέρα του 2023 λαμβάνεται υπόψη η σχετική πρόβλεψη του πληθωρισμού.